



Natural Resources  
Canada

Ressources naturelles  
Canada

# CANMET



Mining and  
Mineral Sciences  
Laboratories

Annual  
Report

1995

1996

Canada

© Minister of Public Works  
and Government Services Canada 1997

Additional copies of this publication are available  
in limited quantities at no charge from:

Mining and Mineral Sciences Laboratories  
Mineral Technology Branch - CANMET  
Minerals and Metals Sector  
Natural Resources Canada  
555 Booth Street  
Ottawa, Ontario  
K1A 0G1

Fax: (613) 947-1200

Également disponible en français sous le titre  
*Laboratoires des mines et des sciences minérales,  
Rapport annuel 1995-1996.*



**TABLE OF CONTENTS**

Director's Message .....	2
Mine Decommissioning and Rehabilitation Program .....	5
Metallurgical Processing Program .....	6
Underground Mine Environment Program .....	9
Ground Control Program .....	11
Aquatic Effects Technology Evaluation Program .....	12
Coal Mining Health and Safety Program .....	14
Canadian Certified Reference Materials Project (CCRMP) .....	15
Acidic Drainage and Effluents Program .....	16
Metals and the Environment Program .....	17
Mine Mechanization and Automation Program .....	19
Publications .....	21

## DIRECTOR'S MESSAGE



The intent of this annual report is to provide a summary of highlights and work done during the 1995/96 fiscal year within the Canada Centre For Mineral and Energy Technology (CANMET) Mining and Mineral Sciences Laboratories (MMSL). MMSL objectives are closely aligned with the overlying priorities of sustainable development and good governance that are key issues for the Department of

Natural Resources Canada (NRCan), of which MMSL is a part. Our role is to develop, and to aid in the application of, new technologies and improved processes that can assist the mining industry in a number of ways: increase mineral recovery from ores; increase mineral grades; decrease mining and processing costs; improve resource usage through waste recycling; increase energy efficiency; and reduce environmental impacts and facilitate, where possible, the access of Canadian companies to foreign markets and technology.

MMSL works in partnerships with industry, provincial and other federal departments to develop and transfer new technology in mineral resource use. Where appropriate, consortia are the preferred delivery mechanisms in order to reduce costs to participants and expedite application of the technology. MMSL is also a leading contributor to the general knowledge base in its chosen areas of activity.

MMSL activities fall predominantly into the Science and Technology business line of NRCan, although an increasing contribution is being made to policy and regulation development through close collaboration with policy groups in NRCan and other federal departments.

It is useful to set the reports in this annual review within the context of several developments that have, and will continue to have, significant impact on our laboratories located in Elliot Lake, Ontario; Ottawa, Ontario; Sudbury, Ontario; Val-d'Or, Quebec; and Sydney, Nova Scotia.

The past year was one of considerable change for mining and mineral sciences activity within NRCan. The over-arching event was the budget reduction imposed on the Department in the 1995 federal budget. NRCan was one of the "most-affected departments" and received a budget reduction of some 55 per cent to be implemented over a four-year period. The reduction is being accomplished through the withdrawal of funding for mega-projects and sizeable cuts to both policy and science activity across the department. For mining and mineral sciences, this resulted in a 28 per cent overall budget reduction that has been implemented primarily through downsizing of our staff complement.

A second factor that has had an impact on operations is the departmental reorganization to align science and its related policy groups. For minerals- and metals-related activity, this has meant the formation of a new Minerals and Metals Sector that combines the former CANMET Mining, Mineral Sciences and Metals Technology divisions with the policy groups addressing minerals and metals policy and economic and financial analysis.



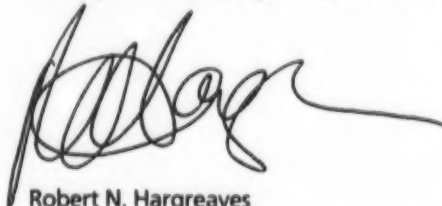
The objective of the realignment is to strengthen science-policy linkages to ensure scientific work reflects the policy priorities of the federal government while policy development benefits from the input of sound science.

We have also merged the former CANMET Mining and Mineral Sciences divisions into one division, the Mining and Mineral Sciences Laboratories (MMSL), and adopted a program manager-based organization to improve the quality and timeliness of program delivery.

The final initiative undertaken in the wake of the downsizing was the comprehensive review of R&D program directions within MMSL. To ensure that post-reduction resources were deployed in those directions judged to have the highest priority, MMSL sought and received strong input and participation from industry and from

representatives of both federal and provincial government departments. It is reassuring to note the high degree of consensus reached by all participants in the final program selection. Individual program reports, under the new program titles, are presented below.

Building on these changes, MMSL remains committed to being a leader in technology development and to working in close partnership with our industry and public sector clients and partners. This annual report documents some of those technology developments. I hope you will find it of interest.



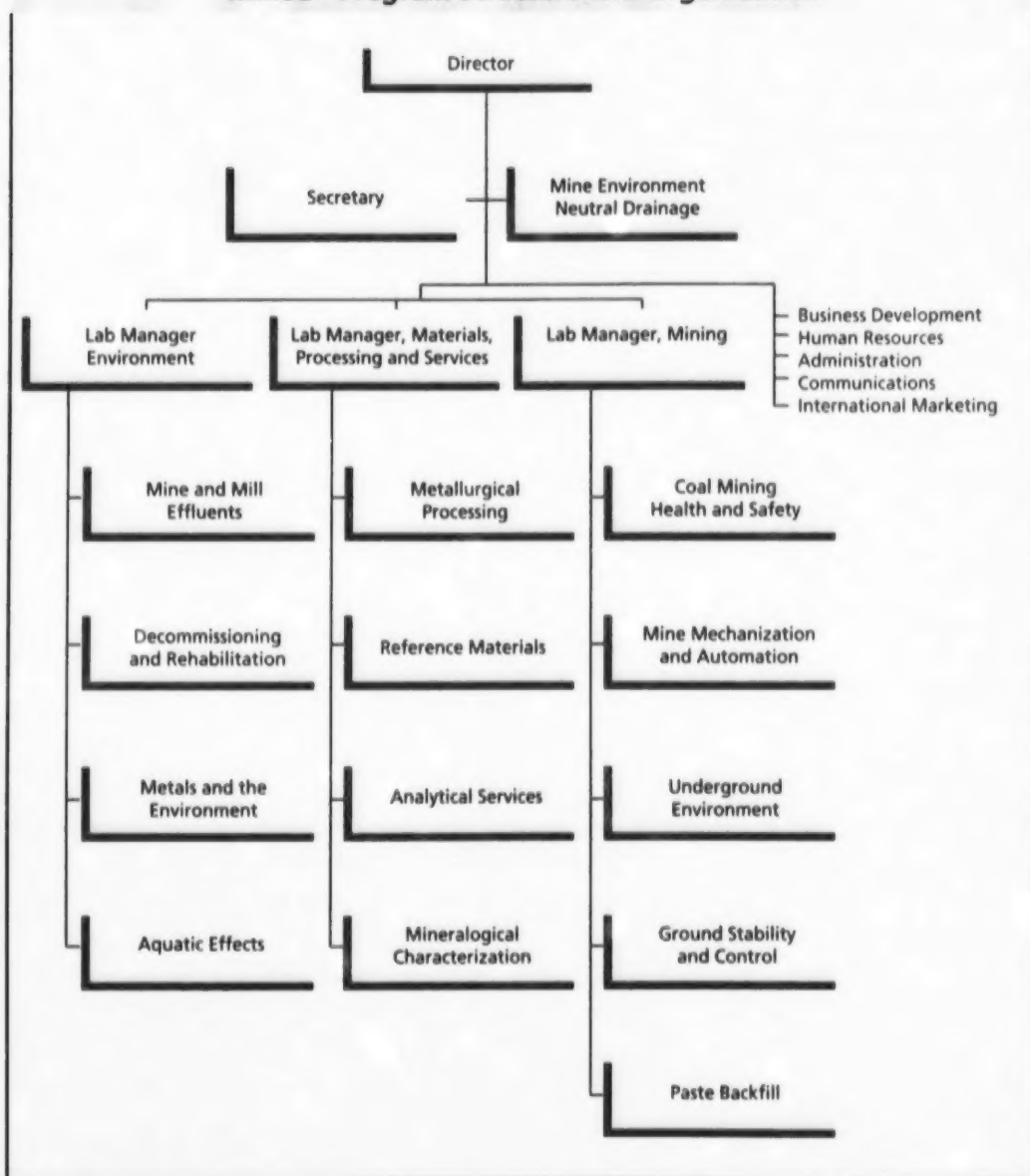
Robert N. Hargreaves

Mining and Mineral Sciences Laboratories

### Performance Statistics and Performance Indicators 1995/1996

<b>•Total Budget</b>	<b>\$20.0 million</b>
<b>•Staff Complement</b>	
Indeterminate	182
Term	19
	<b>201</b>
Students: COOP	47
COSEP	8
	<b>55</b>
<b>•Major Awards</b>	
J.E. Dutrizac - Médaille Trasnster (from the Belgian Society of Engineers)	
L.J. Cabri - Elected Fellow of the Royal Society of Canada	
<b>•Performance Indicators</b>	
External revenue	\$4.3 million
External "in-kind" leverage of resources in joint project activities	\$16.0 million
Scientific publications	(see appendix)

### MMSL - Program Structure and Organization



## MINE DECOMMISSIONING AND REHABILITATION PROGRAM

The Mine Decommissioning and Rehabilitation Program focuses on solutions to environmental challenges facing the mining industry upon mine closure. Increasingly, provincial governments are requiring the submission of mine closure plans for both active and proposed mines in order to establish satisfactory reclamation methodology and to ensure no long-term financial obligation to the public. The program encompasses several areas of expertise — surface mine environment, non-acidic mine drainage, sludge characterization and stability, and two components dealing with capture of physical and chemical attributes of mines and their waste management areas to mining-based computer systems. Both of these latter activities are being undertaken under a four-year agreement (the Northern Ontario Development Agreement, NODA)

between the Ontario government, industry and CANMET.

The Surface Mine Environment group studies the safe and environmentally sound disposal of mine wastes and tailings. Much of this group's current work is conducted under the auspices of the Mine Environment Neutral

Drainage (MEND) Consortium, whose participants include provincial governments, industry and various federal government departments. Through MEND and our Acidic Drainage and Effluents Program, MMSL has contributed to the development of safe and cost-efficient methods for preventing acid mine drainage. Among the major projects in progress during the year were diffusion barrier studies for several Canadian mining and consulting engineering companies. Key findings to date include learning that water barriers provide a 200- to 800-fold decrease in oxygen diffusion rates, that organic covers (compost) offer additional advantages to the control of acid generation and potentially acidic effluents, and that the absence of gypsum from pyritic uranium tailings plays a key role in the mobilization of radium/radon.

The NODA Inactive Mines and the NODA Tailings groups compile physical and/or chemical data bases on mining areas in Canada, primarily those located in northern Ontario. The Mining group compiles data to identify mining locales subject to risk of failure and collapse due to underground mining, and potential areas of risk due to run-out of tailings stored on the surface. The group is working towards compilation of 100 mine sites by March 1997, including a number of three-dimensional mine models taken down to a minimum depth of 300 metres. This group of mines was selected, in conjunction with the Ontario Ministry of Northern Development and Mines, based on a risk analysis of approximately 1650 inactive or abandoned mine sites in Ontario. In addition, the data base has been applied in Nova Scotia in conjunction with the provincial Ministry of Natural Resources to evaluate subsidence of coal workings throughout the province. Discussions are



also ongoing with respective government ministries in Manitoba, British Columbia and Quebec for introducing the data base to these areas. In the United States, discussions have been held with the Office of Surface Mining for possible sale of the data base to some 30 states.

The NODA Tailings group uses field studies, chemical analysis and input to a Geographical Information Systems data base to interpret the chemical aspects of tailings deposition with a view to determining their environmental impacts and reducing them where possible. The group is building a comprehensive multi-disciplinary data base on tailings and waste rock piles in northern Ontario and expects to complete 12 mine-site areas in detail by October 1997. The data base will include chemical, mineralogical, hydrogeological and process-related aspects of tailings areas selected as representative of specific geology and ore regimes. Work completed this past year includes the establishment of protocols for access and retrieval of data to the ArcInfo data base, and the inclusion of data from both provincial and federal government sources. The field and analytical components of this project are progressing well, and in parallel with generation of the data base. Discussions have also been held with a major Canadian copper producer on detailed site profiling.

## METALLURGICAL PROCESSING PROGRAM

The multi-disciplinary Metallurgical Processing Program focuses on hydrometallurgy (gold and base metals), mineral processing and recycling of metallurgical wastes. The program also serves its clients' needs in applied mineralogy. The scope of work undertaken by the program's scientists and technologists ranges from simple characterization of processes and products to process optimization, process development and technology transfer.

Two of the program's scientists were recognized with prestigious awards during the year. For his accomplishments in the fields of inorganic chemistry and hydrometallurgy, John Dutrizac received the Trasenster Award from the Belgian Society of Chemical Engineers. Louis Cabri was elected a Fellow of Canada's Royal Society for life-time achievement in the field of applied mineralogy.



### Mineral Processing

A flowsheet was developed for the recovery of heavy minerals from tar sand tails. Using a combination of flotation, combustion and various physical separation methods, this process enables the recovery of titanium-bearing fractions, a zircon concentrate and rare earth elements.



Work continued on scale-up factors for the frothless flotation column using statistical design to optimize the unit's configuration. The froth phase in traditional flotation acts as a rate-limiting factor — the frothless column generates an increase in flotation kinetics of up to six or seven times while producing very clean concentrates. At the same time, recirculation of tails (up to 300 per cent circulating loads) leads to very high recoveries in a single unit. A patent application has been filed.

The CANMET Enhanced Selective Flotation Process was further developed through partnership projects with industrial clients. The process uses xanthates in combination with four inorganic depressants ( $\text{SO}_2$ , lime, cyanide and zinc sulphate) to improve the selectivity and recovery of copper, lead and zinc concentrates. The process flowsheet is more or less the same from application to application, but the exact configuration and the reagent consumptions are optimized using statistical design. A pilot circuit was set up to test the process on a larger scale.

A needs analysis in the area of process control software has been jointly completed with Quebec's Centre de recherche minérale (CRM). The needs analysis report is the first step in a joint CRM-CANMET project funded by the Quebec Mineral Development Agreement. Work to develop an integrated process control software package is already under way.

## ***Extractive Metallurgy***

CANMET continued coordinating the activities of the Zinc Processors group, the Copper Smelters group and the Copper Electrorefiners group, with representatives from all Canadian and most U.S. industry producers meeting to exchange operating experiences. Work on copper electrorefining and zinc electrowinning, carried out in partnership with Canadian companies, focused on the characterization of anode slimes and on determining causes for cathode nodulation.

A two-member Lead Nitrate Consortium, initiated by CANMET to study the effect of lead



nitrate and oxygen on gold leaching, expanded to four members. The project is being delivered in two phases: the first studies the fundamentals of leaching with lead nitrate and the interaction with oxygen, and the second addresses the optimization of reagent additions for each participant's ore. It is expected that the results of the project will lead to lower reagent consumption and higher gold recovery. One of the consortium members has already successfully implemented some of the recommendations.

Work was initiated with a small copper and gold producer to assess the amenability of the CANMET Ferric Chloride Leach process to recover copper from



a gold-bearing copper concentrate. Ultimately, this would allow the recovery of the gold in the leach residue using either thiourea or cyanide after removing the sulphur from the residue.

One MMSL scientist is participating in a project with a major Canadian nickel producer to develop nickel-based batteries for electric vehicles. A new methodology for measuring impedance in cyclic charge-discharge tests was developed and will be applied to battery cells provided by the producer.

### **Recycling**

Our early work on steel-making wastes indicates that it might be more practical to stabilize electric arc furnace (EAF) dust in a clinker than to attempt recovery of the metal values contained in the dusts. A new low-temperature vitrification process has been developed at CANMET, and a patent application has been filed. The resulting clinker could be used to produce bricks or tiles. MMSL is also examining the feasibility of using a similar approach for stabilizing municipal solid wastes.

A U.S. patent was recently granted to CANMET on stabilization of basic oxygen furnace (BOF) slag. This could lead to the reinstatement of BOF slag as road-building material. Currently, BOF slag cannot be used for this purpose because the material expands and cracks the road surface. Approximately 1.2 million tonnes of BOF slag are produced annually in Canada.

In parallel with work to stabilize wastes, MMSL continues to explore methods for the recovery of metal values from these same wastes. Some work was performed on the precipitation of hematite

from chloride solutions that could contribute to development of a process for the recovery of zinc from EAF dusts. Preliminary work on direct recycling of pellets or briquettes of EAF dusts, as well as on the thermal reduction of BOF dust, was initiated during the year.

### **Applied Mineralogy**

Internally funded activities focused on three fronts: *the development of new techniques*, including secondary ion mass spectrometry, time of flight-laser ionization mass spectrometry, micro proton induced x-ray spectroscopy, and image analysis; *adaptation of existing techniques* through the development of new approaches, such as software for rapid analysis of results; and *environmental mineralogy*, including the characterization of tailings, waste rock and sludges. For the latter, application of mineralogical techniques can help us understand the behaviour of minerals and metals in the environment and better assess the bio-availability of metals.

Numerous characterization projects were carried out for clients. In particular, liberation determination by image analysis, X-ray diffraction and characterization of diamond-indicator minerals have become steady activities.

On the international front, Louis Cabri was seconded to the Bureau de recherches géologiques et minières in France to assist with the start-up of an ionic probe facility.

### **Ceramics**

Work continues on the Commercial Float Zone Furnace Project. This international consortium, with



participation from Germany, the United States and Canada, researches semi-conductor and oxide materials using the float zone technique in microgravity. Single crystals grown in space will be compared to similar crystals grown in full gravity in order to assess whether microgravity is conducive to better properties. The material being studied at CANMET, with funding from the Canadian Space Agency, is bismuth germanate. This year, work concentrated on growing crystals at CANMET, preparing the ampoules of materials for processing in space, and training Marc Garneau, the astronaut who was in charge of the experiments.

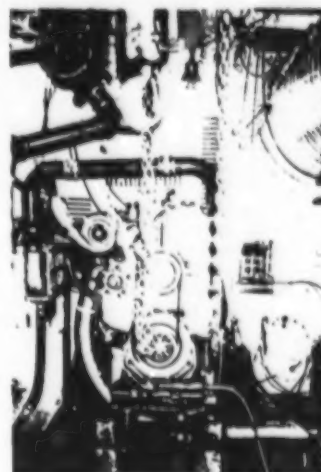
## **UNDERGROUND MINE ENVIRONMENT PROGRAM**

The Underground Mine Environment Program delivers several on-site and in-laboratory services to the mining industry. Application of the appropriate environmental technology in underground mines makes for a healthier, more productive workplace and work force. It also allows the mine operator more flexibility in the use of available ventilation air, which results in a positive impact on mine development and production. MMSL is presently cooperating with mining industry partners in the field of mine ventilation optimization and automation, diesel engine emissions control and certification, and underground contaminants control and monitoring. MMSL expertise is also sought by industrial technical committees and provincial regulatory agencies. The ultimate goal is to give Canadian miners a healthier workplace and Canadian mine operators optimal cost-effectiveness.

Diesel engine certification was an important area of focus during 1995/96. This program component addresses the implementation of Canadian standards for the certification of diesel engines for use in underground metal and coal mines. These standards take into account

diesel particulate matter, a suspected human carcinogen, when prescribing the required ventilation volumes to be used in the workplace. Cleaner engines require less ventilation to produce similar or enhanced air quality, which in turn encourages mine operators to equip their load, haul and dump, and truck fleets with "cleaner" engines in order to reduce costs associated with ventilation. In the past year, the Underground Mine Environment group has been instrumental in affecting regulation in most Canadian mining provinces. The MMSL Bells Corners Laboratory is fully equipped for engine emission testing and certifies diesel engines to Canadian Standards Association standards. Several engine manufacturers had their products certified at MMSL facilities during the year. This work will continue in 1996/97.

Mine ventilation automation is a second area of focus. The potential gains associated with the automation of mine ventilation networks and the optimization of air supply quality or quantity include the production cost reductions that can be realized while maintaining or enhancing the work environment. Traditionally, air volumes in mines are dictated by the amount of diesel horsepower



underground. The management of this fixed amount of air can often result in some areas being under- or over-ventilated. With the advent of mine-wide communication systems, it is now possible to use airflow and gas sensor technology, electronic engines, vehicle locating beacons and ventilation control hardware to supply air to main workplaces where and when this air is needed. The concept is gaining popularity at several mine sites and with large mining companies, with work ongoing at many sites to incrementally prove the concept. The group is presently integrating 3D-CANVENT, its successful mine ventilation simulation software, with other computer control codes to pull these components together in a demonstration at CANMET's Val-d'Or experimental mine in Quebec next year.

Future directions will continue to emphasize ventilation optimization and automation as well as diesel emissions control. Specifically, completion of the air management demonstration package at Val-d'Or will culminate in a system that keeps track of diesel vehicle location, and diesel contaminant concentrations in key locations and work headings. A central computer station will then be used to remotely assess the ventilation volumes required and adjust ventilation hardware in order to provide these volumes. Work will also continue at a Quebec mine to evaluate diesel contaminants in production areas to provide the mine with cost-effective options (including ventilation automation) for expanding its operations.

Program resources are also being earmarked for participation in a major Mine Automation Program. This work is being done in cooperation with a major

mining company. The ultimate goal is to completely automate an underground operation. MMSL's contribution will focus on the impact of lower oxygen levels on diesel engine performance and the general impact of increased airborne contaminant loads on the routine operation of remotely controlled production equipment.

The Canadian Ad Hoc Diesel Committee, to which MMSL belongs, met in Markham, Ontario, in March 1996 to discuss issues pertaining to diesel exhaust exposure and control in mines. A major topic of discussion was the American Conference of Governmental Industrial Hygienists' (ACGIH) decision to include diesel particulate matter (DPM) in its Notice



of Intended Changes for 1995/96. The ACGIH has proposed threshold limit values of  $0.15 \text{ mg/m}^3$  for DPM. Adoption of these values as regulatory standards, however, would cause many mines in Canada and the United States to be out of compliance. The outcome of the Markham meeting was the development of a North American Research Consortium for a Diesel Emissions Evaluation Program (DEEP). The goal of DEEP is to reduce miner exposure to diesel exhaust pollutants and oil

mists. CANMET, a DEEP member, is working with the consortium to help define and implement the necessary development work.

## GROUND CONTROL PROGRAM

The Ground Control Program provides research support for the Canadian mining industry on issues of ground stability. Its objective is to improve worker health and safety and long-term economic viability by reducing mining risks under conditions of highly stressed or weak rock masses. This recently established program brings together the internal resources of experts and facilities in the areas of geomechanics, numerical modelling and rock dynamics (including induced seismicity) for application to the problems of mining extraction under challenging conditions. Research is conducted to quantify and understand the characteristics of stress distribution and transfer as well as rock mass behaviour characteristics under these conditions. This information is then applied to develop extraction sequences and evaluate alternative methods for optimizing both worker safety and economic return.

The dedicated teams working in these areas have made significant contributions to the technologies. They have also played a leading role in the transfer of technology to the mining community, including individual mining companies, mining associations, consultants, educational institutions and international expert bodies. Workshops have been conducted and sessions chaired for organizations such as

the CIM (Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum Resources); NARMS (North American Rock Mechanics Society); and ISRM (International Society for Rock Mechanics). Active roles are maintained in supporting external projects such as the CRRP (Canadian Rockburst Research Project) and industrial ground control committees in various provinces.

A number of projects are under way to improve our understanding of the dynamic behaviour of rock under high stress. Research and field data collection



were concluded for Phase II of the CRRP, a joint project with major mining industry partners in Ontario. As this project wound down, the expertise gained over the past 10 years in understanding rockburst phenomena, the dynamics of stress redistribution and microseismic monitoring was redirected for application to other resource exploitation applications. Microseismic research for both rockburst control and operations support was implemented at several Quebec mines. A project was initiated to combine the knowledge of microseismic activity with geomechanics principles to evaluate tests of de-stress blasting. In addition,

development work began on a project to apply microseismic technology to the early identification of stress-related failures at enhanced oil production sites.

Numerical modelling techniques are another area of focus. Recent developments will enable research in advanced applications to enhance sustainable mine development and improve the recovery of mineral reserves. For example, the proprietary Rock3D code uses innovative processing techniques that enable the solution of models of more than one million elements in less than 24 hours. This capability now makes feasible the comparative evaluation of alternative mining scenarios that will permit, for example, selection of optimum extraction sequencing. The software, which to date is available for linear elastic solutions, incorporates an easy interface to AutoCAD drawings to facilitate mesh development with the capability to import and display microseismicity data. This allows the visualization of dynamic failure response in the rockmass compared to the stress regime.

Using the leading-edge facilities at the Bells Corners Laboratory, there has been continued development of improved rock properties testing methods. This year, methods for determining the thermal coefficient of expansion of rock, concrete and grouts were developed. Plans were produced for a method to determine theoretical values for the thermal poroelasticity properties of rock, with important implications for the long-term underground disposal of nuclear wastes. Also during the year, protocols were developed and demonstrated for properties determination for

schistose rocks. This permits quantification of characteristics of weak rock units, which are usually the first to fail in the mine environment.

Another major program thrust is to maximize the interaction and integration of expertise from the component disciplines to increase the overall understanding of rock behaviour for better application to the practical problems of the mining industry. Accordingly, rock dynamics research is continuing to improve understanding of the effects of high stress and stress redistribution as a result of mining a number of hardrock mines. Future work will focus on testing in an evaporite mining environment, developing microseismic tools for application to enhanced oil recovery operations, enhancing the Rock3D model to solve non-linear behaviour, testing an application to the sequencing of a deep-mining operation, and upgrading laboratory testing facilities to allow creep tests of large-size hardrock and concrete samples, including the dynamic response in the form of acoustic emission.

## AQUATIC EFFECTS TECHNOLOGY EVALUATION PROGRAM

The Aquatic Effects Technology Evaluation (AETE) Program was established in 1994 to review appropriate technologies used in the assessment of the effects of mine effluents on the aquatic environment. The program is a joint industry-government initiative supported by The Mining Association of Canada, NRCan, Environment Canada, Indian and Northern Affairs Canada, the Department of Fisheries and Oceans, and seven provincial governments (British Columbia,



Saskatchewan, Manitoba, Ontario, New Brunswick, Nova Scotia, and Newfoundland).

This program is cost-shared with the mining industry through a contribution from The Mining Association of Canada and through the involvement of individual representatives from several mining companies. CANMET coordinates the program by providing a Secretariat and financial support. The other partners provide in-kind contributions of technical services and advice. The program is multi-disciplinary in scope and includes work on toxicity, biological monitoring and water and sediment monitoring approaches and technologies.

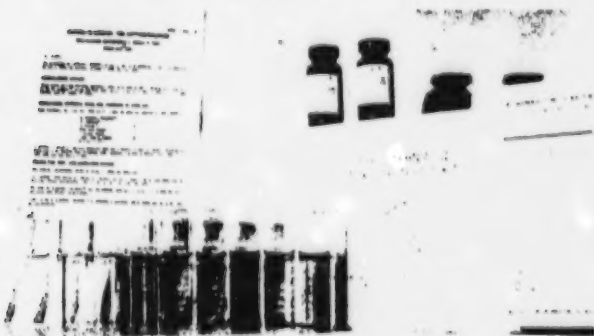
The acute toxicity portion of the program was completed in March 1996. The work was aimed at finding cost-effective alternatives to the standard rainbow trout and *Daphnia* toxicity tests. The AETE work concluded that the alternative tests evaluated do not provide a surrogate for the standard fish test, but showed some promising results for alternatives to the invertebrate test.

A pilot field study was conducted in the Val-d'Or region of Quebec during the fall of 1995. The study

evaluated several methods. Some difficulties were encountered at the original sites because no significant effects from the mining activities were detected; therefore, more heavily impacted sites were subsequently sampled. Useful information was collected in the benthic invertebrate surveys, and on sediment digestion methods and sediment toxicity; however, the fish data were inconclusive.

The first Annual Technical Review for the program was held in November 1995. More than 40 participants from industry, government agencies and the environmental consulting community reviewed the program results and provided advice and guidance on the program directions.

Based on this and other expert advice, the Technical Committee has developed a detailed work plan for the literature reviews and field work to be conducted in 1996/97. Literature reviews will be carried out in 1996/97 on topics including: the use of fish histopathology as a monitoring tool, the use of metallothionein as an indicator of metal exposure in fish, benthic invertebrate sampling and handling, statistical treatment of benthic invertebrate data, water quality and its relationship to biological effects, and water sampling and design issues.



A series of pre-surveys has been conducted at several mine sites to select the most appropriate sites for conducting full field evaluations of selected aquatic monitoring technologies in 1997.

## COAL MINING HEALTH AND SAFETY PROGRAM

How to safely optimize extraction rates from under-sea mining without incurring water inflows? Can geological hazards such as methane emissions, rock/gas outbursts, weak roof and floor heave be safely and economically overcome? These are some of the key questions that the Canadian underground coal industry has to face. MMSL's Coal Mining Health and Safety (CMHS) Program is working closely with industry to develop technology to help it resolve such issues.

Based in Sydney, Nova Scotia, the CMHS Program is now established as a national program with the recent signing of a major geotechnical research contract with an Alberta coal producer. This, together with ongoing project involvement with a coal producer in British Columbia, balances ongoing research efforts for the Cape Breton Development Corporation.

The year saw major achievements in technical project work in the following areas: pillar monitoring, sandstone/gas outbursts, subsidence measurement over both shallow and submarine workings, and technical evaluation of a longwall project. An international dimension was added through project work for a Canadian consulting firm in the Middle East, a fact-finding mission to Europe, and the hosting of mining professionals from the United States, United Kingdom, Germany

and Australia. A successful demonstration of our prototype datalogger for flexible sonic probes was also undertaken by the U.S. Bureau of Mines (now U.S. Department of Energy) in a mine in West Virginia. They now have their own unit and the datalogger is being commercially manufactured by Geokon Inc.

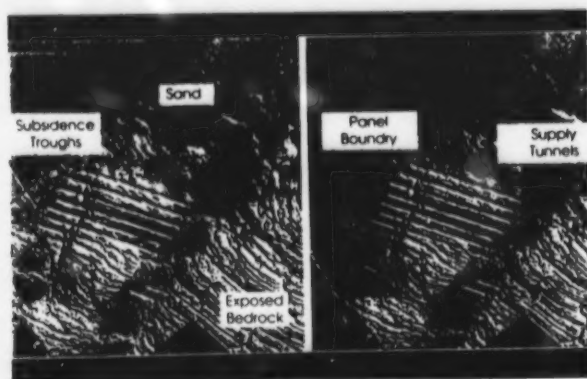
A positive impact on client operations has been achieved in a number of areas, including additional coal recovery realized through four years of joint research on pillar design optimization, and a roadway deformation monitoring exercise around a longwall stop pillar allowing an extra panel retreat of 26 metres. Also, completion of a review of international practice of sandstone/gas outbursts has led to recommendations for significant improvements in development rates efficiency in outburst-prone ground.

The most exciting CMHS technical results of 1995/96, however, focus on the culmination of a 10-year research program to measure subsidence of the seafloor. Despite using conservative design approaches, based largely on European data, MMSL researchers believe there is potential for safely extracting additional coal without inducing water inflows if local data on seafloor subsidence can be obtained. In a real success story involving cooperation between private industry and government researchers, the latest seafloor mapping technology of the Geological Survey of Canada was applied to measure subsidence over a whole longwall panel. The panel was approximately 168 metres wide, 2500 metres long, 245 to 280 metres below sea level, extracting 2.0 to 2.4 metres of coal. While producing barely perceptible deformation on the seabed, the latest computer image enhancement techniques produced images



from which quantitative estimates were obtained showing subsidence up to 1.3 metres. This data will now be used to validate computer prediction models with local data to improve future mine design.

Another key area of activity continues to be the development of instrumentation for data collection in connection with ongoing methane control studies. During 1995/96, the CMHS Program developed a new method for determining



methane isotherms of coal using large samples of 0.500 to 1.0 kilogram. This provides key information on the theoretical methane content of coal, allowing estimates to be made for future mining in deeper and gassier parts of the seam. The method was applied to both eastern and western deep mines and to a coalbed methane exploration project in Nova Scotia.

The CMHS Program also completed a joint project to remotely monitor airflows in abandoned mines.

In other activity, a demonstration module for mine rescue training, comprising an Internet-compatible test and virtual-reality mine rescue scenario, was developed. Finally, the CMHS Program continued testing mine escape routes and mine fire simulation exercises using tracer gas techniques.

## CANADIAN CERTIFIED REFERENCE MATERIALS PROJECT (CCRMP)

The Canadian Certified Reference Materials Project (CCRMP) provides certified and custom reference materials (RMs) for use in laboratories to assess and improve the accuracy of analytical measurements and methods. The RMs are available in the form of finely powdered materials, including soils, sediments, ores, concentrates and tailings. In 1995/96, the CCRMP sold approximately 2200 units of more than 100 RMs. Approximately half of the RMs were sold outside Canada.

### *Certified Reference Materials*

Tasks included both the replacement of popular RMs in order to ensure a continuing supply, and production of new materials. The processing and bottling of a zinc concentrate was completed. Four till samples were made available after statistical analysis. Additional values for major, minor and trace elements were provided for gabbro and diabase rocks, which had previously been characterized for gold and precious metals. Also, the assessment of homogeneity on two copper anodes, and a processing homogeneity assessment and inter-laboratory measurement program for a copper concentrate and copper-molybdenum ore has commenced.

In 1996/97, the certification of the zinc concentrate and copper anodes mentioned above will continue.

### *Custom Reference Materials*

To meet the growing demand for RMs that are not otherwise available, the CCRMP offers a custom RMs preparation service wherein the client's raw material is processed into a reference material according to established protocols. The clients gain by the

optimization of the matrix match to the samples being analyzed, and the procurement of RMs prepared by an internationally recognized producer.

During 1995/96, two custom RMs were prepared from gold ores for companies involved in exploration. Additionally, eight different soils were prepared for the proficiency testing of a Canadian environmental association.

In 1996/97, eight soils will be prepared as custom RMs. Contracts for additional materials are being negotiated.

### ***Certification of the CCRMP under a Quality System***

The CCRMP initiated the preparation of documents of a quality system for certification under ISO 9002. This activity is being driven by international pressures to ensure the quality of RMs through the certification/accreditation of the producers.

The third-party audit for registration of the CCRMP quality system to ISO 9002 will occur in 1996/97.



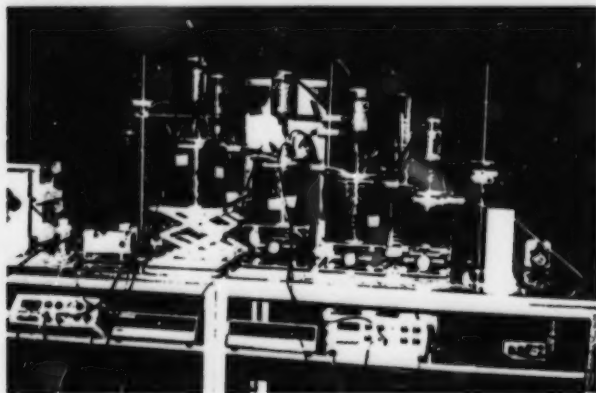
## **ACIDIC DRAINAGE AND EFFLUENTS PROGRAM**

The Acidic Drainage and Effluents Program is built on MMSL's extensive expertise in the treatment of mine, mill and metallurgical effluents. Its primary objective is to provide R&D support in response to the needs of the Canadian minerals industry in its efforts to comply with regulatory requirements for liquid effluents and to minimize associated liabilities. A range of effluent issues were addressed during the year.

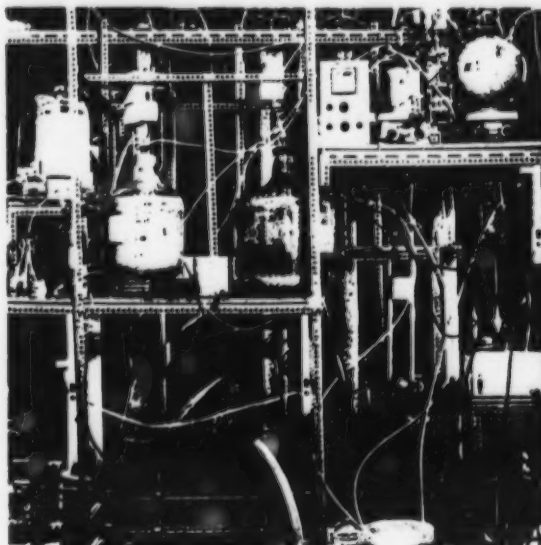
The Slag Leach Consortium is a task-shared consortium set up to address industry concerns relating to slag leachability in the environment. The objective of the program is to assess the potential impact that nonferrous smelter slag may have on the environment. The project was coordinated by MMSL with work being performed in two areas: investigation and documentation of standardized testing procedures for field sampling and leachability testing, and detailed field and laboratory investigations of the environmental impacts of slags and possible storage scenarios. The first phase of the work has been completed and MMSL is presently compiling results of the consortium work into a single report to be shared among the industrial partners.

The characterization and stabilization of acidic mine drainage (AMD) treatment sludge is also an important area of focus. Acceptance of disposal methods for AMD treatment sludge requires knowledge of its long-term stability. At present, there is limited data regarding metal mobility and the manner in which the metal species occur in the precipitate;

that is, whether they are entrained, adsorbed or structurally bound. Knowledge of sludge characteristics and stability will provide the Canadian minerals industry with important information needed to establish effective and efficient disposal and decommissioning practices. As well, modifications to existing treatment processes, which improve precipitate crystallinity, could have a significant impact on sludge handling, sludge stability and sludge disposal. Expected outcomes of this Mine Environment Neutral Drainage (MEND) Consortium-approved project include a sampling protocol designed to obtain representative and reliable data from lime sludge, a full characterization (physical, chemistry, mineralogy, thermal, and leachability) of lime sludge from a variety of Canadian mining operations, an examination of the effect of process variables on sludge stability and density, and a study of the role that aging and excess buffering play in long-term sludge stability.



With regard to gold processing effluents, MMSL is working in partnership with a Canadian company to assess the technical feasibility of the continuous acidification-volatilization-reneutralization (AVR) process for cyanide recovery, and to determine the engineering design parameters required to scale up for a new mining property. Originally developed at CANMET with industrial partners, the AVR process



enables the recovery of cyanide from barren solutions for reuse in the leaching circuit. Under some conditions, the AVR process presents economic and environmental advantages over other cyanide destruction methods. The main features of AVR include high cyanide recovery, cleaner effluent and recoverable copper in barren solution.

Future program directions will focus on continued advances in the understanding of acidic drainage, biological inhibitors for acidic drainage, sludge densification and characterization, and thiosalt formation and degradation in effluents.

## METALS AND THE ENVIRONMENT PROGRAM

The Metals and the Environment Program was initiated in 1995 to address a need for sound science in environmental regulations and protection measures that affect the mining and metals industries in Canada. The emphasis is on science-policy linkages, and working with national and international agencies such as Environment Canada, Industry Canada,

provincial representatives, non-governmental organizations, the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) and the European Union. The program draws on MMSL expertise in the areas of iron and steel-making, nonferrous smelting technology, hydrometallurgy, toxicology and environmental management.

The program focuses on areas of metals-related environmental issues where science is lacking, and on developing needed data and information. MMSL has successfully brought forward for development the characterization, atmospheric reactions, and transport and geochemical fate of smelter emissions. For instance, the need for a smelter emission research program was the subject of a two-day workshop sponsored by The Mining Association of Canada. Such data would provide the foundation for the assessment of the impacts of smelter emissions on human health and the environment.

A paper has been written, and accepted for publication in the scientific journal *Atmospheric Environment*, on 1993 trace metal emission factors for the Canadian nonferrous smelting industry to update emission factors presently in use that had been based on data from the mid-1980s. The authors used, for the first time, current and publicly available trace metal release data and metal production data to calculate emission factors representative of present Canadian nonferrous industry emission, so that environmental protection measures can be based on accurate release inventory estimates.

An OECD Workshop on the Aquatic Toxicity Testing of Sparingly Soluble Metals and Inorganic Metals Compounds was held in September 1995. The

program has continued MMSL's involvement with the OECD in the initiative to harmonize hazard identification of substances and their danger to the aqueous environment.

Under this program, MMSL has also provided scientific and technical expertise to three Strategic Options Processes (SOPs) that are of significance to the Canadian iron and steel, nonferrous and metal finishing industries. The SOPs are multi-stakeholder Issue Tables established by Environment Canada to deal with the *Canadian Environmental Protection Act* (CEPA) toxicity assessments of certain metal compounds that occur in some of the process streams of Canadian industry. The SOPs have implications for industry's targeting of resources on



environmental controls. The program has brought expertise in metallurgical processing technology to the Issue Tables and has sought to ensure that industry's substantial voluntary commitments under the Accelerated Reduction/Elimination of Toxins (ARET) Program are fully considered by each Issue Table.

The program has also provided scientific and technical input to NRCan's positions on a number of



Canadian government initiatives, including the United Nations Economic Commission for Europe (UN ECE) proposed protocol on Long Range Transboundary Air Pollutants — Heavy Metals (LRTAP-HM), the CEPA review, and the National Metals Strategy.

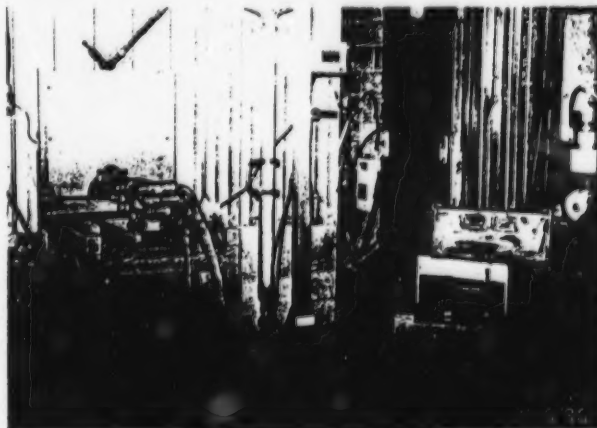
Further, the program is providing the technical and organizing committee chair for an international symposium on metals and the environment at the Annual General Meeting of the Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum (CIM) in Montréal, Quebec, in May 1998. The symposium, organized and sponsored by CANMET and the contribution of the CIM's Metallurgical Society to the CIM's 100th anniversary celebrations, will present to the CIM membership a review, discussion and informed debate on the environmental issues associated with metals processing from both national and international perspectives.

## MINE MECHANIZATION AND AUTOMATION PROGRAM

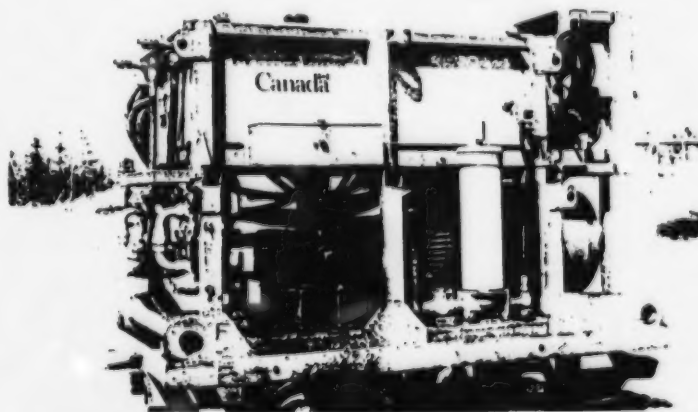
CANMET's Mine Mechanization and Automation Program, established in 1993, stems from a critical need targeted by the Canadian mining industry for both vein and massive mine deposits. The program's primary objective is to ensure the industry's competitiveness, particularly in vein deposits, while improving worker health and safety. Its secondary objective is to increase productivity, resulting in greater reserves that can be profitably mined. Work accomplished during 1995/96 concerned approximately 20 projects totalling more than \$5 million. A description of three major projects follows.

### *Electro-Hydrolification of Underground Mines*

The objective of the Electro-Hydrolification Project, managed by MMSL on behalf of the Société de recherche et de développement en exploitation minière (SOREDEM) and Hydro-Québec, is to replace the use of pneumatic power, widely used in vein-



deposit mines, with hydraulic water power. Developed in South Africa over the past decade, the new technology offers useful benefits, particularly in drilling, including: double the penetration rate, greater energy efficiency, reduced noise levels and concentrations of respirable dust, and the elimination of oil mist and oil underground. Experimental work at the Val-d'Or experimental mine has shed light on important elements involved



in adapting the hydraulic drill, particularly with regard to water recirculation, design ergonomics and mechanical reliability.

A North American market study has demonstrated significant market potential for the new drilling tool. Moreover, a technical and economic prefeasibility study on the conversion from pneumatic to hydraulic power for mines with narrow veins has established a likely investment payback period of less than three years.

All of these elements led to interest by CANMET, SOREDEM, Hydro-Québec and a South African manufacturer in initiating a research and development program for a drilling tool adapted to North American conditions.

### ***Hearing Protector with Suppression of Dominant Noise***

The underground mining environment is particularly noisy with equipment in enclosed spaces generating high noise levels. Miners currently use personal hearing protectors, such as muffs and/or plugs, to reduce the noise level in the ear. In spite of this, workers continue to be exposed to the risk of accident caused by noise-related fatigue and stress, in addition to the direct risk of hearing loss. According to statistics on employment injuries, hearing loss is the most common occupational disease related to the mining sector.

To address this problem, a project was initiated jointly by CANMET and the University of Québec in Abitibi-Témiscamingue to develop a hearing protector that suppresses dominant noise. The project, dubbed "ANS," includes the development and integration of three subsystems — an active noise control system, an echo cancellation system,

and a digital communication system. Thus, the ANS system will reduce the intense noise from mining equipment and accessories while letting through the signals considered useful for workers, such as speech and alarm signals.

The project is supported by the Association paritaire pour le secteur minier, the Quebec Mining Association and the Scientific Committee of the Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec.



### ***Test Bench for Portable Drills***

Initiated under the Northern Ontario Development Agreement, this project to develop a test bench for portable drills was completed by staff at the Val-d'Or experimental mine under the Canada-Quebec Subsidiary Agreement on Mineral Development. The test bench rapidly diagnoses the mechanical condition of a drill by measuring its static and dynamic torque and rotational speed.

The resulting diagnostic information helps reduce the risk of back injury caused by unnecessary handling of drills, decreases maintenance costs and improves overall drill performance.

Steps have been taken to patent the concept and to licence a manufacturer.



## APPENDIX - LISTING OF SCIENTIFIC PUBLICATIONS OF THE MINING AND MINERAL SCIENCES LABORATORIES IN 1995-1996

A variety of reports and publications are produced annually by MMSL staff. These are listed below for 1995/96, as they relate to our environmental, mining and processing activities.

### A. ENVIRONMENTAL LABORATORY

#### 1. Refereed Journals

##### Published

Blowes, D.W., Al, T., Lortie, L., Gould, W.D. and Jambor, J.L. 1995. *Chemical, Mineralogical and Microbiological Characterization of the Kidd Creek Mine Tailings Impoundment, Timmins Area, Ontario*. Geomicrobiology Journal Vol. 13: 13-31.

Dutrizac, J.E. and Chen, T.T. 1995. *The Leaching of Galena in Ferric Sulphate Solution*. Metallurgical and Materials Transactions B. 26B (2): 219-227.

Kondos, P.D., Deschênes, G. and Morrison, R.M. 1995. *Process Optimization Studies in Gold Cyanidation*. Hydrometallurgy Vol. 39: 235-250.

Kondos, P.D., Griffith, W.F. and Jara, J.O. 1996. *The Use of Oxygen in Gold Cyanidation*. Canadian Metallurgical Quarterly, Vol. 35 (No. 1): 39-45.

Mikhail, S.A. and Turcotte, A.M. 1995. *Thermal Behaviour of Basic Oxygen Furnace Waste Slag*. Thermochimica Acta Vol. 263 (Oct.): 87-94.

Mikhail, S.A., Turcotte, A.M. and Hamer, C.A. 1996. *Application of Thermal Techniques in the Recovery of Heavy Minerals From Oil-Sand Tailings*. Thermochimica Acta Vol. 273: 103-111.

Riveros, P.A., Molnar, R. and Basa, F. 1996. *Treatment of a High-Cyanide Waste Solution for Cyanide and Metal Recovery*. CIM Bulletin Vol. 89 (No. 998): 153-156.

#### Accepted for Publication

Aota, J., Morin, L., Mikhail, S.A. and Chen, T.T. *Stabilization of Stainless Steel EAF Dust by Vitrification*. [Accepted for publication in the Canadian Metallurgical Quarterly on Waste Processing and Recycling in Mineral and Metallurgical Industries, August, 1996.] December 1995, Report No. MSL 95-53 (OP and J).

Dutrizac, J. *Mineralogical Characterization of Anode Slimes: Part 10 - Tellerium in Raw Anode Slimes*. [Accepted for publication in the Canadian Metallurgical Quarterly.] March 1995, Report No. MSL 95-20 (J).

Dutrizac, J. *The Iron Control Problem in Zinc Hydrometallurgy and Possible Solutions*. [Accepted for publication in Acta Metallurgica Slovaca.] January 1996, Report No. MMSL 96-02 (J).

Haque, K.E. and MacKinnon, D.J. *The Halide Mediated Electro-Oxidation of Ammonia, Cyanide, Cyanate and Thiocyanate in Mine/Mill Waste Waters*. [Accepted for publication in the CIM Bulletin, Summer Edition, 1996.] Report No. MSL 95-34 (J).

Mikhail, S.A., Turcotte, A.M. and Aota, J. *Thermoanalytical Study of EAF Dust and Its Vitrification Product*. [Accepted for publication in Thermochimica Acta.]

Riveros, P.A. and Dutrizac, J.E. *Regeneration of Spent Phosphoric Acid Leaching Solution by Solvent Extraction*. [Accepted for publication in Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review.] March 1996, Report No. MMSL 96-12 (J).

Skeaff, J. *Environmental Initiatives of Interest to the Canadian Minerals and Metals Industries*. [Accepted for publication in the CIM Bulletin, April 1996.] Report No. MSL 96-07 (J).

#### 2. Conference Proceedings

Aota, J., Morin, L., Mikhail, S.A., Chen, T.T. and Liang, D.T. *Immobilization of Hazardous Elements in EAF Dust by Vitrification Process*. In: *Proceedings of the International Symposium on Waste Processing and Recycling in Mineral and Metallurgical Industries II*. August 20-24, 1995, Vancouver, B.C. pp 335-349.

- Béchar, G., McCready, R.G.L., Koren, D.W. and Rajan, S. *Microbial Treatment of Acid Mine Drainage at Halifax International Airport*. In: Proceedings of Sudbury '95 - Mining and the Environment. Vol. II. May 28 - June 1, 1995, Sudbury, Ontario. pp 545-554.
- Chen, T.T. and Dutrizac, J. *The Mineralogical Behaviour of Tellurium During Copper Electrorefining*. In: Proceedings of COPPER '95 - COBRE 95 International Conference. The Metallurgical Society of CIM Vol. III - Electrorefining and Hydrometallurgy of Copper. November 26-29, 1995, Santiago, Chile. pp 207-224.
- Demopoulos, G.P., Zinck, J.M. and Kondos, P.D. *Production of Super-Dense Sludges With a Novel Neutralization Process*. In: Proceedings of the International Symposium on Waste Processing and Recycling in Mineral and Metallurgical Industries II. August 20-24, 1995, Vancouver, B.C. pp 401-411.
- Strack, J.T., Balbaa, I.S., Barber, B.T., Haque, K., Buckingham, L., Lupton, W., Neilson, E. and Von Beckmann, J. *New Microwave Kiln Lowers Carbon Regeneration Costs*. In: Proceedings of the 28th Annual Canadian Mineral Processors Meeting. January 23-25, 1996, Ottawa, Canada. pp 113-125.
- Strack, J.T., Balbaa, I.S., Barber, B.T., Haque, K., Buckingham, L., Lupton, W., Neilson, E. and Von Beckmann, J. *Microwave Kiln Regenerates Activated Carbon Better*. In: Proceedings of the 30th International Microwave and Power Institute Symposium. July 9-12, 1995, Denver, Co., U.S. pp 86-89.
- Liang, D.T., King, P., McMillen, L. and Currie, J. *Control of NO<sub>x</sub> and SO<sub>x</sub> Emissions Using Metallurgical Process By-Products*. In: Proceedings of the International Symposium on Waste Processing and Recycling in Mineral and Metallurgical Industries II. August 20-24, 1995, Vancouver, B.C. pp 491-506.
- Lortie, B., van Huyssteen, E. and Landriault, Y. *Practical Applications of GIS to Mine Environmental Studies*. In: Proceedings of Sudbury '95 - Mining and the Environment. Vol. III. May 28 - June 1, 1995, Sudbury, Ontario. pp 1151-1160.
- Riveros, P.A. *Applications of Ion Exchangers to the Treatment of Acid Mine Drainage*. In: Proceedings of Sudbury '95 - Mining and the Environment. Vol. II. May 28 - June 1, 1995, Sudbury, Ontario. pp 441-449.
- Rodrigue, D., Mailhot, K., Hynes, T.P. and Wilson, L.J. *Aquatic Effects Monitoring in the Mining Industry: Review of Appropriate Technologies*. In: Proceedings of Sudbury '95 - Mining and the Environment. Vol. II. May 28 - June 1, 1995, Sudbury, Ontario. pp 813-819.
- Stichbury, M., Béchar, G., Lortie, L. and Gould, W.D. *Use of Inhibitors to Prevent Acid Mine Drainage*. In: Proceedings of Sudbury '95 - Mining and the Environment. Vol. II. May 28 - June 1, 1995, Sudbury, Ontario. pp 613-622.
- Wilson, L.J. *Leach Test Protocols for Slags*. In: Proceedings of Sudbury '95 - Mining and the Environment. Vol. I. May 28 - June 1, 1995, Sudbury, Ontario. pp 89-98.

### 3. Patents

- McCready, R.G.L., Gould, W.D. and Salley, J. 1995. *Biorecovery of Selenium*. Canadian patent pending (Application # 580,256).
- Tan, K.G. and Dinardo, O. 1995. *Hydrometallurgical Silver Refining*. Canadian patent 1,323,763 (U.S. Patent No. 5,135,624).
- Gould, W.D., Lortie, L. and Béchar, G. 1996. *Method for Inhibiting the Formation of Acid Mine Drainage*. U.S. patent pending (Application # 08/522,450).
- Aota, J., Mathieu, G. and Huard, Y. *Preparation of Refractory Materials From Asbestos Tailings*. U.S. Patent Nos. 5,463,408 and 5,374,593. Canadian patent pending (Application # 2,130,330).

### 4. Books and Chapters

- Lortie, L., Gould, W.D. and Stichbury, M. (Eds.) 1995. *Proceedings of the Twelfth Annual General Meeting of BIOMINET. Biotechnology and Fuel Applications*. November 9, 1995, Calgary, Alberta, Canada. NRCan Report No. SP 96-1.

Hynes, T.P. and Blanchette, M.C. (Eds.) 1995. *Proceedings of Sudbury '95 - Mining and the Environment*. May 28 - June 1, 1995, Sudbury, Ontario, Canada. 3 Volumes. CANMET, Ottawa.

Rao, S.R., Amaratunga, L.M., Richards, G.G. and Kondos, P.D. (Eds.) 1995. *Proceedings of the International Symposium on Waste Processing and Recycling in Mineral and Metallurgical Industries II*. August 20-24, 1995, Vancouver, B.C.

## 5. Departmental Reports

### 5.A. CANMET Reports for External Clients

Deschênes, G., Kondos, P.D., Caron, S., Riveros, P.A., Cienski, T., Putz, A., Haque, K.E. and Morrison, R.M. 50782 - *The Second Survey of Gold Cyanidation Plants*. Prepared for the Consortium. April 1995. Report No. MSL 95-14 (CR).

Tan, K.G., Molnar, R.E. and MSL Staff. 50664 - *Ammonia Control Consortium - Pilot Campaign Results and Final Report*. Prepared for the Ammonia Control Consortium. April 1995. Report No. MSL 95-17 (CR).

Koren, D.W., Prud'homme, P.J.A. and Bédard, P.L. 51046 - *Investigations of Leach Test Protocols for Slags*. Prepared for INCO Limited on behalf of the Slag Leach Consortium. June 1995. Report No. MSL 95-19 (CR).

Chen, T.T. and Dutrizac, J.E. 51138 - *Mineralogical Examination of the Cathode Nodules Produced During Copper Electrorefining*. Prepared for Noranda Technology Centre. May 1995. Report No. MSL 95-20 (CR). Declassified 19/05/95.

Kondos, P.D. and Griffith, W.F. 51063 - *Lead Nitrate and Oxygen Effects in the Cyanidation of Mine Doyon Gold Ore*. Prepared for Barrick Gold Corp. (La Mine Doyon) and Cambior (Usine Yvan-Vézina). July 1995. Report No. MSL 95-30 (CR).

Dubreuil, A. and Skeaff, J. 51054 - *Sensor for Continuous Determination of Oxygen in Molten Copper and Matte*. Prepared for Falconbridge Limited, Kidd Creek Division. July, 1995. Report No. MSL 95-31 (CR). Declassified 03/08/98.

Quon, D., Mafici, N., Aota, J. and Kuriakose, A.K. 51105 - *The Development and Characterization of Single Crystal Bismuth Germanate Materials in a Microgravity Environment Using a Float Zone Technique*. Prepared for the Canadian Space Agency. Report No. MSL 95-33 (CR). Declassified 17/08/96.

Chen, T.T. and Dutrizac, J.E. 51150 - *Characterization of Sticky Zinc Deposits*. Prepared for Falconbridge Limited-Kidd Creek Division. August 1995. Report No. MSL 95-38 (CR). Declassified 25/08/98.

Liang, D., Lau, I. and King, P. 50693 - *Testing Method for Limestone as Sorbent in Dry Injection for PF Boilers*. Prepared for the Canadian Electric Association. Report No. MSL 95-39 (CR).

Kondos, P.D. and Griffith, W.F. 51104 - *Auriferous Sulphide Oxidation With Air*. Supplementary Test. Prepared for Dr. D. Paskovich. September 1995. Report No. MSL 95-41 (CR). Declassified 06/10/98.

MacLeod, A. 50987 - *Chemical and Microbiological Investigation for the Stress Corrosion Cracking Consortium*. October 1995. Report No. MSL 95-42 (CR).

Haque, K.E. and Griffith, W. 51148 - *Alkaline Cyanide Leaching of EMR Calcine 1*. Prepared for EMR Microwave Technologies. Report No. MSL 95 47 (CR). Declassified 09/11/98.

Aota, J., Morin, L., Mikhail, S.A. and Chen, T.T. 51114 - *Vitrification of Stainless Steel EAF Dust*. Prepared for Atlas Stainless Steels. November 1995. Report No. MSL 95-48 (CR). Declassified 23/11/98.

Haque, K.E., Dinardo, O., Lortie, L., Graham, J. and Salley, J. 51107 - *Oxidation of Arosurf MG-83 and DA-17*. Prepared for the Iron Ore Company of Canada. November 1995. Report No. MSL 95-51 (CR). Declassified 11/12/98.

Gould, D., Lortie, L. and Chalykoff, C. 51078 - *Microbiology of Porous Reactive Walls Used for the Treatment of Acid Mine Drainage*. Prepared for the University of Waterloo. November 1995. Report No. MSL 95-52 (CR). Declassified 08/12/98.

Chen, T.T. and Dutrizac, J.E. 51169 - *A Mineralogical Study of Nodulated CCR Copper Starter Sheets*. Prepared for Noranda Technology Centre. December 1995. Report No. MSL 95-54 (CR). Declassified 20/12/95.

Lortie, L., Tan, G. and Bédard, P. 51176 *Characterization of Thiosalts Formation and Degradation at Heath Steele: Phase 1 - Pond Sampling, Characterization of Biooxidation of Thiosalts*. Prepared for Heath Steele Mines. March 1996. Report No. MMSL 96-09 (CR).

Haque, K.E. and Dauphin, P. 51208 - *Potential Applications and Market Assessment in North America for Microwave Applications in the Mining Industry*. Prepared for Ontario Hydro Technologies. March 1996. Report No. MMSL 96-13 (CR).

Chen, T.T. and Dutrizac, J.E. 50960 - *Mineralogical Examination of Copper Anode Nodules from the Kidd Creek Copper Refinery*. Prepared for Falconbridge Limited - Kidd Creek Division. February 1996. Report No. MMSL 96-15 (CR).

King, P. and Liang, D. 51183 - *NO<sub>x</sub> Reduction Properties of the Waste Oxides from QIT Operations: An Experimental Investigation*. Prepared for QIT-Fer et Titane Inc. March 1996. Report No. MMSL 96-18 (CR).

Gould, W.D., Lortie, L., Chalykoff, C. and Koren, D.W. 51166 - *Optimization of Copper Heap Bioleaching*. Prepared for Rio Algom Ltd. March 1996. Report No. MMSL 96-20 (CR).

Aota, J., Morin, L. and Chen, T.T. 50836 - *Corrosion Resistance of Chrome Alumina Refractory to Prince Coal Slag Under Reducing Atmosphere*. Prepared for the Canadian Coal Gasification R&D Consortium. Report compiled by E. Furimsky, ERL, CANMET. December 1995. Report No. ERL 95-50 (CF).

Ramsingh, R.R., Shebata, M.T., Revie, R.W. and Lortie, L. *Failure Analysis of Split-Set Rockbolt from Joe Mann Mine*. June 1995. MTL Report No. 95-10 (CF).

Ramsingh, R.R., Revie, R.W., Lortie, L., MacLeod, A. and Jackman, J.A. *Mine Corrosivity Assessment - Task 2 Report. Laboratory Analysis of Eight Alloys in Selected Mine Waters*. October 1995. MTL Report No. 95-39 (CF).

### 5.B. Internal Reports

Shimano, D., Laforest, D., Friedrich, P. and Prud'homme, P. *Characterization of Sulphide Tailings for the Study of Acid Mine Drainage*. August 1995. Report No. 94-31 (FT).

Jagannathan, A.B. and Koren, D. *Screening of Biopolymers for the Purpose of Flocculation*. May 1995. Report No. 95-23 (ITR).

Riveros, P., Wong, E.W., MacKinnon, D.J., Haque, K.E., Giziewicz, E.A. and Kondos, P.D. *Chloride Mediated Electro-Oxidation of Cyanide*. September 1995. Report No. MSL 95-49 (ITR).

MacLeod, A. and Rajan, S. *Chemical and Microbial Characterization of Two Canadian Soils Associated with Pipelines that Possessed Stress Corrosion Cracking*. February 1996. Report No. MSL 95-74 (ITR).

MacLeod, F.A. *Literature Review on Metallurgical Factors Influencing Microbiologically Influenced Corrosion*. March 1996. Report No. 96-07 (ITR).

### 5.C. Technical Reports

Aota, J., Morin, L., Mikhail, S. and Chen, T. *Stabilization of EAF Dust by Vitrification Process*. Report No. MSL 95-17 (OP and J).

Dutrizac, J., Hardy, D. and Chen, T. *Behaviour of Cadmium During Jarosite Precipitation*. Report No. MSL 95-18 (J).

Chen, T. and Dutrizac, J. *Mineralogical Characterization of Anode Slimes: Part 11 - Tellurium in Pressure Leached Anode Slimes*. April 1995. Report No. MSL 95-21 (J).

Zinck, J., Kondos, P.D., Van Huyssteen, E. and Demopoulos, G.P. *An Investigation into the Hydrolytic Precipitation of Fe(III) from Sulphate Bearing Effluents. Part I: Homogenous Precipitation*. Report No. MSL 95 30 (J).

Zinck, J., Kondos, P.D., Van Huyssteen, E. and Demopoulos, G.P. 1995. *An Investigation into the Hydrolytic Precipitation of Fe(III) from Sulphate Bearing Effluents. Part II: Heterogenous Precipitation*. Report No. MSL 95-31 (J).



Skeaff, J. and Dubreuil, A. 1995. *Calculated Trace Metal Emission Factors of As, Cd, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Se and Zn for Canadian Non-Ferrous Smelters*. September 1995. Report No. MSL 95-40 (J).

Dutrizac, J. 1995. *The Effect of Seeding on the Rate of Precipitation of Ammonium Jarosite and Sodium Jarosite*. August 1995. Report No. MSL 95-43 (J).

Hamer, C.A., Putz, A., Mikhail, S.A., Wilson, J.M.D., Razbin, V. and Raicevic, M. 1995. *Heavy Mineral Recovery from Syncrude and Suncor Centrifuge Plant Tailings*. Progress Report No. 1. September, 1995. Report No. MSL 95-47 (IR).

Mikhail, S.A. and Turcotte, A.M. 1995. *Comparison of the Thermal Behaviour of Nickel Hydroxide Powders from Different Sources*. Prepared for INCO/MTL/MSL. November 1995. Report No. MSL 95-51 (TR).

Paktunc, D. and Skeaff, J. 1995. *Mineralogical Analysis of Arsenic-Bearing Mill Scale*. December 1995. Report No. MSL 95-52 (TR).

Mikhail, S.A. and Turcotte, A.M. 1996. *The Melting Behaviour of Carbon Steels From Different Origins*. Prepared for Steel Industry/MTL. February 1996. Report No. MMSL 96-04 (TR-CF).

Chen, T. and Dutrizac, J. 1996. *Mineralogical Study of Jarofix Products for the Stabilization of Zinc Industry Iron Residues*. Presented at the Second International Symposium on Extraction and Processing, Report No. 96-05 (OP and J).

Skeaff, J., Dubreuil, A., Mikhail, S., Boyd, B. and Sutherland, B. 1996. *Detailed Comments on: Apogee Research. Phase I: Report to the Issue Table. Steel Manufacturing Sector Strategic Options Report*. March 1996. Report No. MSL 96-08 (TR).

Collins, L.E., Essadiqi, E., Mikhail, S.A., Pint, P. and Too, J. *CANMET Steel Technology Program, Annual Review*. Division Report No. MTL 95-06 (TR).

## 6. DSS Contracts - Final Reports

*Cinola Gold Acid Mine Drainage Project - Year 3 (MDA)*. Contractor: Norecol Environmental. DSS Contract No. 23440-2-9271. Scientific Authority: E. Van Huyssteen, 1995.

*Evaporation Studies at Mine Sites in the Northwest Territories Using Stable Isotope Techniques: Year 3*. Contractor: T.W.D. Edwards, University of Waterloo. DSS Contract No. 23440-3-9305. Scientific Authority: K.E. Haque, 1995.

*Tailings Waste Water Management Guidelines and Water Balance Model*. Contractor: Golder Associates Ltd. and NRCan. DSS Contract No. 23440-4-1043. Scientific Authority: K.E. Haque, April 1995.

*Microwave Smelting of Low Rank Coal and Oxide Minerals*. Contractor: Alberta Research Council and NRCan. DSS Contract No. 23440-4-1113. Scientific Authority: K.E. Haque, April 1995.

*Review of In-Pit Disposal Practices for the Prevention of Acid Drainage - Case Studies*. Contractor: Senes Consultants. DSS Contract No. 23440-4-1135. Scientific Authorities: G.A. Tremblay and K.G. Tan. December 1995.

*Heavy Mineral Recovery from Syncrude and Suncor Centrifuge Plant Tailings*. Contractor: H.A. Simons Engineering; Contributions by Minortek, R. McCosh, TMCL Engineering, University of Alberta, Sheritt, Syncrude, Suncor and CANMET. DSS Contract No. 23440-4-1157. Scientific Authority: K.G. Tan. December 1995.

*Evaluation of the Potential for Biotechnology in the Canadian Mining Industry*. Contractor: R.W. Lawrence and R. Poulin, University of British Columbia. Prepared for Industry Canada, Biotechnology Directorate, Contract No. HQ667HMB-4-0707 and CANMET, NRCan. DSS Contract No. 23440-4-1163. Scientific Authorities: M. Kalin, Boojum Research, and G. Béchard, CANMET. CANMET Report 95-029 (R), May 1995.

*Amelioration of Acid Mine Drainage Utilizing an Incorporated Peat-Wood Waste Admixture*. Contractor: W. Chesworth, University of Guelph. DSS Contract No. 23440-4-1193. Scientific Authority: K.E. Haque, 1996.

*Porous Reactive Walls for Treatment of Acid Mine Drainage: Transition to Full-Scale Treatment.* Contractor: D.W. Blowes and S.G. Benner, University of Waterloo. DSS Contract No. 23440-4-1354. Scientific Authority: G. Béchard, CANMET. September 1995.

*Cattle Grazing Molybdenum Enriched Forage at Brenda Mines.* Contractor: Brenda Mines and B.C. Cattlemen Association. DSS Contract No. 23440-4-1424. Scientific Authority: O. Dinardo, June 1995.

*Evaluation of Commercial Diamond Recovery by Selective Adsorption Process.* Contractor: Envi-Tech Inc. DSS Contract No. 23440-5-100. Scientific Authority: K.E. Haque, 1996.

*Engineering Design and Preliminary Feasibility of Envi-Tech Adsorbent Technology for Recovery of Gold Fines.* Contractor: A.A. Turak, TMCL Engineering. DSS Contract No. 23440-5-1003. Scientific Authority: P.D. Kondos. March 1996.

*Controlling Factors in the Production of Extracellular Polysaccharides in Phytoplankton.* Contractor: M. Kalin and M. Olaveson, Boojum Research. Prepared for Industry Canada, Biotechnology Directorate. DSS Contract No. 23440-5-1136. Scientific Authority: D. Koren, CANMET, March 1996.

*Literature Review on the Techniques of Sonar Profiling and Grid Sampling, Using a Grab Sampler for the Identification and Mapping of Lake Sediment Facies for Environmental Effects Monitoring.* Contractor: Stephanie Phaneuf. Prepared for Aquatic Effects Technical Evaluation Program. AETE Project 3.2.1. Scientific Authority: D. Rodrigue, CANMET, August 1995.

*Review of Artificial Substrates for Benthos Sample Collection.* Contractor: Golder Associates Ltd. Prepared for the Aquatic Effects Technical Evaluation Program. AETE Project 2.1.1. Sponsored by CANMET and The Mining Association of Canada. Scientific Authority: K. Mailhot, CANMET, June 1995.

*Demonstration of Auto Shredder Residue as a Day Cover Material for Municipal Landfills.* Contractor: M. Day, National Research Council of Canada. Prepared for

CANMET, Canadian Association of Recycling Industries, Institute of Scrap Recycling Industries and Vehicle Recycling Partnership. Scientific Authority: D. Liang. May 1995.

## 7. Soft Science Publications

Chalykoff, C. (Ed.)  
BIOMINET Newsletter, CANMET, NRCan.  
News from BIOMINET No. 31 (April), 1995  
News from BIOMINET No. 32 (August), 1995  
News from BIOMINET No. 33 (December), 1995

## 8. Technical Evaluations

UBBS 18A (Brenk Systemplanung). 1995.  
*Grundsatzentscheidung über die Sanierung der IAA Helmsdorf am Standort Crossen.* [Multi-author assessment of plans to decommission a 200-ha site (uranium mill tailings) in Saxony, Germany.] Prepared for the BMU (German Federal Ministry of the Environment). Prepared by: K.G. Tan and W.G. Feasby. October 1995.

UBBS 43 (Brenk Systemplanung). 1995. *Stellungnahme zum Haldenbohrprogramm für den Standort Ronneburg und zur Bewertung der Untersuchungsergebnisse durch die WISMUT GmbH.* [Multi-author evaluation of heap characterization and data interpretation work at a uranium open-pit site in Thuringia, Germany.] Prepared for the BMU (German Federal Ministry of the Environment). Prepared by K.G. Tan. August 1995.

UBBS 44A (Brenk Systemplanung). 1996.  
*Grundsatzentscheidung über die Sanierung der Absetzanlagen und Halden am Standort Seelingstädt.* [Multi-author assessment of plans for decommissioning a 300-ha site (uranium waste heaps, former open pits and mill tailings) in Thuringia, Germany.] Prepared for the BMU (German Federal Ministry of the Environment). Prepared by K.G. Tan and W.G. Feasby. January 1996.

UBBS 60 (Brenk Systemplanung). 1996. *Erstbewertung der Ergänzung zum Verfüllkonzept für den Tagebau Lichtenberg (Stand 9/95) - WISMUT GmbH, Chemnitz, 14.12.1995.* [Multi-author preliminary assessment of remediation plans for a 5000-ha site of uranium



wastes (mine workings, waste heaps, open pit and plant complex) in Thuringia, Germany.] Prepared for the TMUL (Thuringia Ministry of the Environment). Prepared by K.G. Tan. January 1996.

UBBS 67 (Brenk Systemplanung). 1996. *Stellungnahme zur Präzisierung der Einbauarbeiten zur Jahresscheibe 1995 - WISMUT GmbH, Chemnitz, 14.09.1995.* [Multi-author assessment of annual permit application for backfill of a 160-ha uranium open pit in Thuringia, Germany.] Prepared for the TMUL. (Thuringia Ministry of the Environment) Prepared by K.G. Tan. February 1996.

## B. MINING LABORATORIES

### Health and Safety

Bétournay, M.C. *Are Old Mines Safe?* Canadian Mining Journal. 1996 Sourcebook. pp 6-8; 1996.

Vance, J.B., Walmsley, J.R. and Bétournay, M.C. *Inactive Mines Database.* In: Proceedings of Sudbury '95: Mining and the Environment Symposium. Sudbury. pp 969-978; 1995.

Hardcastle, S.G. *3D-CANMET: An Interactive Mine Ventilation Simulator.* In: Proceedings of the 7th U.S. Mine Ventilation Symposium. Lexington. pp 467-472; 1995.

Hardcastle, S.G. *An Integrated Mine Ventilation Management System.* In: Proceedings of the 3rd Canadian Conference on Computer Applications in the Mineral Industry. Montréal. 1995.

Cain, P. *A Summary of Canadian Research into Sandstone/Gas Outbursts.* In: Proceedings of the 26th International Conference of Safety in Mines Research Institutes. Katowice. 1995.

Payne, D.A. and DeMarco, M. *Vertical Stress Redistribution Around a Retreating Longwall Face End.* In: Proceedings of the 14th International Conference on Ground Control in Mining. Morgantown. 1995.

Corbett, G.R. and Payne, D.A. *Improved Intersection Design and Monitoring in the Sydney Coal Field.* In: Proceedings of the 14th Conference on Ground Control in Mining. Morgantown. 1995.

Lau, J., Gorski, B. and Jackson, R. *The Effects of Temperature and Water Saturation on Mechanical Properties of Lac du Bonnet Pink Granite.* In: Proceedings of the 8th ISRM Congress on Rock Mechanics. Tokyo. 1995.

Rochon, P., Lebel, D., Plouffe, M. and Côté, M. *Rockburst Phenomenon Data Acquisition and Analysis Using Multi-Tasking and Multi-User Operating Systems.* In: Proceedings of the 3rd Canadian Conference on Computer Applications in the Mineral Industry. Montréal. 1995.

Talebi, S., Pritchard, C. and Mottahed, P. *Rockburst Monitoring in Mining Camps of Ontario and Quebec Using the CANMET Digital Seismograph Network.* In: Proceedings of the 97th Annual General Meeting of CIM. Halifax. 1995.

Talebi, S. and Mottahed, P. *Investigation of Seismicity in a Hard-Rock Mine.* In: Proceedings of the XXI General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics. Boulder. p. A366. 1995.

Talebi, S., Mottahed, P. and Plouffe, M. *Overview of Mine-Induced Seismicity Research at CANMET.* In: Proceedings of the Canadian Geophysical Union Meeting. Banff. 1995.

Vance, J.B., Walmsley, J.R. and Bétournay, M.C. *Application of the Inactive Mines Database.* In: Proceedings of the 3rd Canadian Conference on Computer Applications in the Mineral Industry. Montréal. pp 380-389. 1995.

Vongpaisal, S., Mah, P. and Pakalnis, R. *The Use of 3D Numerical Modelling and Empirical Design to Develop Mining Strategies in Burst-Prone Ground.* In: Proceedings of the 3rd Canadian Conference on Computer Applications in the Mineral Industry. Montréal. 1995.

Wang, B., Yu, Y.S. and Vongpaisal, S. *A Case Study of Sub-Level Retreat Mining at Detour Lake Mine Using BSM Models.* In: Proceedings of the 2nd International Conference on Mechanics of Jointed and Faulted Rocks. Vienna. pp 927-932. 1995.

Wang, B., Yu, Y.S. and Aston, T. *Stability Assessment of an Inactive Mine Using the Block-Spring Model*. In: Proceedings of the 3rd Canadian Conference on Computer Applications in the Mineral Industry. Montréal. 1995.

Yu, Y.S., Vongpaisal, S. and Harvey, A. *A Case Study of Ground Stability Assessment for Rockburst Control*. In: Proceedings of CCMRI - International Mining Tech '95: Rock Mechanics and Strata Control in Mining and Geotechnical Engineering Application. Beijing. 1995.

Forrester, D.J., Courtney, R., Forgeron, S., Steward, J. and Hart, S. *Seafloor Mining Subsidence in the Sydney Coal Field*. In: Proceedings of the 97th CIM Annual General Meeting. Halifax. 1995.

Bétournay, M.C. and Mitri, H.S. *Evaluation of Numerical Modelling for Design of Shallow Slopes of Hard Rock Mines*. In: Proceedings of the 3rd Canadian Conference on Computer Applications in the Mineral Industry. Montréal. 1995.

Udd, J.E. *A Report on the Safety in Mines Research Institutes*. In: Proceedings of the 26th International Conference on Safety in Mines Research Institutes. CIM Bulletin. Poland. 1996.

Hardcastle, S., Gangal, M., Udd, J., Grenier, M. and Klinowski, G. *Mine Ventilation Optimization and Automation*. In: Proceedings of the 26th International Conference of Safety in Mines Research Institutes, Central Mining Institute. Poland. 1995.

Udd, J.E. *Health and Safety Research in the Mining Research Laboratories of CANMET, Natural Resources Canada*. In: Proceedings of the 26th International Conference of Safety in Mines Research Institutes, Central Mining Institute. Poland. 1995.

### **Mine Mechanization and Automation**

Laflamme, M. *Foreuses Hydrauliques actionnées à l'eau*. In: Proceedings of the 9th CIM Operators' Conference. Val-d'Or. 1995.

Morin, M.D. *Vérification d'un système de freinage d'un treuil*. In: Proceedings of the 9th CIM Operators' Conference. Val-d'Or. 1995.

### **Technology Overview**

Forrester, D.J. *Recent Research Directions at CANMET's Cape Breton Coal Research Laboratory*. In: Proceedings of the 9th CIM Annual General Meeting. Halifax. 1995.

Udd, J.E. *The Canadian Mining Industry Responds to the Challenges of Remaining Competitive in Today's International Marketplace* - 91. 1995.

Udd, J.E. *The CIM Survey of Graduates in Minerals Engineering and Technology Programs in 1994*. CIM Bulletin Vol. 89 (No. 998): pp 37-39; 1996.

### **Mine Design**

Vongpaisal, S., Su, Y.L. and Smith, H.A. *Development of a Knowledge-Based Automatic Stope Scheduling Model*. In: Proceedings of the 3rd Canadian Conference on Computer Applications in the Mineral Industry. Montréal. 1995.

Vongpaisal, S., Pakalnis, R. and Poulin, R. *Quantifying Dilution for Underground Mine Operations*. In: Proceedings of the 97th CIM Annual General Meeting. Halifax. 1995.

Yu, Y.S., Wang, B. and Bétournay, M.C. *VISROCK: A Two-Dimensional Finite Element Package for Elasto-Viscoplastic Analysis for Soft Rock Mining Applications*. In: Proceedings of the Rock Mechanics and Ground Control in Soft Rock and Coal Industries; Paper No. 11. A Soft Rock and Coal Engineering Sub-Committee of Rock Mechanics and Strata Control Committee of CIM. Sydney. 1995.

### **Special Report Series (SP)**

Jackson, R., Gorski, B. and Gyenge, M. *Geotechnical Properties of Rock - A Data Base of Physical Properties of Canadian Rock Including Both Intact and Residual Strengths*. SP 95-1E.

Jackson, R., Gorski, B. et Gyenge, M. *Propriétés géotechniques des roches - Base de données sur les propriétés physiques des roches du Canada incluant les résistances intrinsèque et résiduelle*. SP 95-1F.

## Laboratory Report Series

### Abbreviations:

(TR) Technical Reports, (OP) Oral Presentations,  
(J) Journals, (OP and J) Oral Presentation/Proceedings,  
(INT) Internal Reports, (CF) Confidential Reports and  
(LS) Literature Surveys.

Vongpaisal, S. *Permafrost - A Geomechanic Knowledge Base.* 95-001 (TR).

Beghoul, N. et al. *Effect of the Attenuation on the Seismic Parameters. The Apparent Stress as a Robust Tool to Constrain the Seismic Stress Release.* 95-002 (TR).

Udd, J. *Health and Safety Research in the Mining Research Laboratories of CANMET, Department of Natural Resources.* 95-003 (OP).

Liu, Q. *Analysis of Fuel Oil Content in ANFO Products.* 95-004 (TR).

Grenier, M. and Butler, K. *Comparison of a Pneumatic and Hydraulic Jack Leg Drill - Mineral and Oil Mist Production.* 95-005 (CF).

Geller, L., Leung, K. and Kitzinger, F. *Computerized Operational Control of an Electro-Magnetic Wire Rope Tester.* 95-006 (TR).

Payne, D. *Anhydrite Packing in Coal Mines: Field Trial at Phalen Colliery.* 95-007 (TR).

Payne, D. *Anhydrite Packing in Coal Mines: Field Trials at Lingan Colliery.* 95-008 (TR).

Moffette, M. and Laflamme, M. *A Comparative Study on the Installation of Polymer and Steel Screen.* 95-009 (TR) E.

Moffette, M. et Laflamme, M. *Installation de grillages en polymère et en acier: étude comparative.* 95-009 (TR) F.

Bétournay, M. *1995 E.C.-CANMET-USBM Information Exchange - Joint Workshop on Mining and Minerals, Metals and Waste Processing. Summary of Mining-Related Presentations.* 95-010 (INT).

Yu, Y., Vongpaisal, S., Harvey, A. and Lacroix, R. *A Case Study of Ground Stability Assessment for Rockburst Control at Sigma Mine, Quebec, Canada.* 95-011 (OP and J).

Laflamme, M. *Développement d'équipements, automatisation et robotique minière, Activités 1994-1995. Programmation 1995-1996.* 95-012 (CF).

Plouffe, M. *Programme québécois de recherche sur les coups de toit. Description du Programme, Activités 1993-1994, Activités 1994-1995. Programmation 1995-1996.* 95-013 (CF).

Liu, Q. *Estimation of the Dynamic Pressures Around a Fully Loaded Blasthole.* 95-014 (TR).

Payne, D., Gallant, W. and O'Leary, S. *Cable Bolt Trial at Phalen Colliery.* 95-015 (TR).

Dainty, D. and Gangal, M. *Procedures for Diesel Engine and Exhaust Treatment Device Approval for Non-Coal, Non-Gassy Mines in Canada. (available in both English and French)* 95-016 (TR).

Cain, P. *Visit Report: Fifth International Mine Water Congress, Nottingham, U.K., September 18-23, 1994.* 95-017 (INT).

Gaudreau, D., Côté, M. et Plouffe, M. *Rétro-analyse du chantier 2802E2A de la mine Sigma.* 95-018 (TR).

Labrie, D., Gyenge, M. et Jackson, R. *Champs de contrainte et zones de rupture autour des excavations-1. Analyse d'un cas simple en deux dimensions.* 95-019 (TR) French.

Labrie, D., Gyenge, M. and Jackson, R. *Stress Field and Failure Zones Around Underground Openings 1. Solution of a Simple Case in Two Dimensions.* 95-019 (TR) English.

Scientific Authority: Dr. S. Talebi *Development and Evaluation of the Queen's-MIROC Portable High Frequency Microseismic Monitor (FINAL SUBMISSION).* Queen's University, Department of Mining Engineering, High Frequency Microseismic Project. 95-020 (Canada / Ontario - MDA).

Herget, G. *Selection of Ground Control Instrumentation for Potash, Coal and Hardrock*. 95-021 (OP and J).

Munro, K. (Student) *A Large Scale Creep Test Performed on Granite Using an 18-mm Compression Testing Machine*. 95-022 (INT).

Hardcastle, S., Gangal, M., Udd, J., Grenier, M. and Klinowski, G. *Mine Ventilation Optimization and Automation*. 95-023 (J).

Cain, P. *A Summary of Canadian Research into Sandstone/Gas Outbursts*. 95-024 (OP and J).

Scientific Authority: Y. Yu *Development of AutoCAD to Mine Designer Conversion Utility for the Inactive Mine Sites Project - Final Report*. 95-025 (Canada / Ontario - MDA).

Scientific Authority: R.T. Blake *Technology Transfer of Design of Support for Underground Hardrock Mines*. March 1995. 95-026 (Canada NODA).

Luhowy, D., Butler, K. and Grenier, M. *Calibration of Siemens D5000 Diffractometer for Quantitative Analysis of Silica Dust on Silver Membrane Filters*. 95-027 (INT).

Scientific Authority: E. Leung *Development of a Prototype Emergency Radio Communications System for Underground Mines - Final Engineering Report*. Petrie Telecommunications Ltd. - January 1995. 95-028 (Canada / NODA).

Wang, B., Yu, Y. and Aston, T. *Stability Assessment of an Inactive Mine Using the Block-Spring Model*. 95-029 (TR).

Scientific Authorities: J. Bigu and S. Hardcastle *Continuous Multisensor Monitoring System for Underground Uranium Mines - Final Report*. 95-030 (Canada / Sask. / MDA).

Payne, D. and De Marco, M. *Stress Redistribution Around a Retreating Longwall Face End*. 95-031 (TR).

Laflamme, M., Gaétan, R. et Godin, P. *Rapport de mission en Afrique du sud*. 95-032 (CF)(TR).

Corbett, C. and Payne, D. *Improved Intersection Design and Monitoring in the Sydney Coalfield*. 95-033 (OP and J).

Forrester, D. *Recent Research Directions at CANMET's Cape Breton Coal Research Laboratory*. 95-034 (OP and J).

Forrester, D., Courtney, R., Forgeron, S., Stewart, J. McG. and Hart, S. *Seafloor Mining Subsidence in the Sydney Coalfield*. 95-035 (OP and J).

Talebi, S., Mottahed, P. and Corbett, G. *Outburst Monitoring Using Microseismic Techniques in the Phalen Colliery, Sydney, Nova Scotia, Canada*. 95-036 (J).

Lizotte, Y., Golder Associés Ltée. *Study on the Effect of Geology on the Fragmentation of Rock Excavated by Drilling and Blasting - Final Report*. March 1995. 95-037 (TR).

Vance, J., Walmsley, J. and Bétournay, M. *Application of the Inactive Mines Database*. 95-038 (OP and J).

S. Farrell and Associates. Scientific Authority: D. Young *Development of a Conceptual Design for Methane Control at Phalen Mine*. For Department of Supply and Services (DSS file no. 02SQ.23440-4-1160). 95-039 (Contract Report).

Vance, J., Walmsley, J. and Bétournay, M. *Inactive Mines Database*. 95-040 (OP and J).

Liu, Q. and Proulx, R. *The Mechanisms of Rock Damage in Blasthole Open Stope Mining: Blast Induced Versus Stress Induced*. 95-041 (OP and J).

*Notes of the ADHOC Diesel Committee Meeting May 5/95 - Bells Corners Complex of CANMET/MRL near Ottawa*. Compiled by E.D. Dainty on behalf of the Canadian AdHoc Diesel Committee. 95-042 (TR).

*CBCRL/CBDC Joint Collaborative Research Program 34th Quarterly Steering Committee Meeting*. Compiled by CBCRL Steering Committee Members. 95-043 (CF).

Arjang, B. *In Situ Ground Stresses in the Abitibi Mining District*. 95-044 (J).

Scientific Authority: D. Forrester *Assessment of Horizon Control Technology for Selective Mining in Underground Coal Mines*. April 14, 1995. 95-045 (CR).

Scientific Authority: D. Forrester *Evaluation of Microfossil Techniques for Phalen Seam Roof Strata*. (Part





of the Program of the Federal Panel on Energy Research and Development (PERD) March 31, 1995). 95-046 (CR) PERD.

Wang, B. *Back Analysis of Slope Stability at Detour Lake Mine - A Coupled Regression - BSM Numerical Modelling. Research Proposal.* 95-047 (TR).

Arjang, B. *Effects of Backfill in Controlling Pillar Failure Characteristics: An Experimental Study.* 95-048 (OP and J).

Hutchinson, D.J. and Diederichs, M. *Cablebolting in Underground Hard Rock Mines.* 95-049 (Canada NODA/MDA).

Granger, D., Judge, K. and Herget, G. *Transmission Equipment Field Testing of CANMET Bells Corners Complex.* 95-050 (TR).

Lau, J.S.O., Gorski, B. and Conlon, B. *Thermo-Mechanical Properties of Low-Heat and Standard High-Performance Concretes.* 95-051 (TR).

Vongpaisal, S. *Development of Empirical Design Techniques in Burst Prone Ground at A.W. White Mine.* 95-052 (CF).

Scientific Authority: Dr. S. Vongpaisal *Design Guidelines Sub-Level Retreat Mining Method - Final Report.* 95-053.

Gorski, B. and Conlon, B. *Strength Determinations of Falconbridge Ore Samples.* 95-054.

Lau, J., Gorski, B. and Conlon, B. *Thermo-Mechanical Properties of Three Mixes of Low-Heat High-Performance Concretes and a Normal Concrete.* 95-055 (TR).

Udd, J. *26th International Conference on Safety in Mines Research Institutes.* Katowice, Poland, September 1995-056 (TR).

## C. MATERIALS, PROCESSING AND SERVICES LABORATORY

Chen, T.T. and Dutrizac, J.E. *Mineralogical Characterization of Anode Slimes: Part 11 - Tellurium in Pressure Leached Anode Slimes.* Report MSL 95-021 (J).

Bowman, W.S. (697) *Canadian Diorite Gneiss SY-4: Preparation and Certification by 89 International Laboratories.* Report MSL 95-025 (J).

Dutrizac, J.E. *The Effect of Seeding on the Rate of Precipitation of Ammonium Jarosite and Sodium Jarosite.* Report MSL 95-043 (J).

Aota, J., Morin, L., Mikhail, S.A., Chen, T.T. and Liang D.T. *Vitrification and Stabilization of EAF Dust.* Report MSL 95-053 (J).

Dutrizac, J.E. *The Iron Control Problem in Zinc Hydrometallurgy, and Possible Solutions.* Report MSL 96-002 (J).

Lastra, R., Zamalloa, M. and Utigard, T.A. *Quantitative Mineralogical Characterization of Roasted Ni-Cu Concentrates.* Report MSL 96-011 (J).

Cabri, L.J. *Review of "The Platinum-Group Metals, a Global Perspective".* Report MSL 96-014 (J).

Leaver, M.E., Sketchley, D.A. and Bowman, W.S. *The Benefits of the Use of CCRMP's Custom Reference Materials.* Report MSL 95-023 (OP and J).

Kondos, P.D., Deschênes, G. and Morrison, R.M. *Process Optimization Studies in Gold Cyanidation.* Report MSL 95-026 (OP and J).

Pouskouleli, G. *Effect of Microgravity on LaF3-Based Glass Crystallization.* Report MSL 95-037 (OP and J).

Leaver, M.E. and Bowman, W.S. *CCRMP's ARD Standard NBM-1 - Methodological Problems Encountered in the Interlaboratory Program.* Report MSL 95-045 (OP and J).

Cabri, L.J. and McMahon, G. *The Quantitative Determination of Sub-ppm Quantities of Au and Pt in Sulfide Minerals.* Report MSL 95-050 (OP and J).

Petruk, W.A. *Short Course on Image Analysis with Respect to Mineral Beneficiation.* Report MSL 95-001 (OP).

Chen, T.T. and Dutrizac, J.E. *Mineralogical Characterization of Jarofix Products.* Report MSL 95-008 (OP).

Leaver, M.E., Beaudoin, R. and Bowman, W.S. *1994/95 Annual Report of the Canadian Certified Reference Materials Project.* Report MSL 95-033 (OP).



Graham, J.A. *Automated FIA On-Line Monitoring of Ammonia*. Report MSL 95-036 (OP).

Karwowska, R. *Microwave Extraction Technique - An Alternative to the Leachate Extraction Procedures Used in Solid Waste Management*. Report MSL 95-038 (OP).

Paktunc, D. *New Brunswick's Mafic and Ultramafic Intrusions and Their Associated Nickel-Copper Sulphide*. Report MSL 95-042 (OP).

Deschênes, G., Julien, M., Nadeau, C. and Wallingford, G.A. (IR) *Étude comparative de la cyanuration et de la cyanuration avec  $\text{NH}_3$  sur un résidu de flottation de cuivre*. Report MSL 95-044 (OP).

Mikhail, S.A. *Environmental Applications of Thermal Techniques*. Report MSL 95-056 (OP).

Chen, T.T. and Dutrizac, J.E. *Mineralogical Study of Jarofix Products for the Stabilization of Zinc Industry Iron Residues*. Report MSL 96-005 (OP and J).

Szymanski, J.T. *Mineral Structure Determination, Yesterday, Today and Tomorrow*. Report MSL 96-010 (OP and J).

Deschênes, G., Putz, A., Cienski, T. et al. *The Second Survey of Gold Cyanidation Plants*. Report MSL 95-014 (CR).

Wilson, J.M.D. *Assessment of the Liberation Characteristics of Concentrator Products from Endako Mines, B.C.* Report MSL 95-018 (CR).

Chen, T.T. and Dutrizac, J.E. *Mineralogical Examination of the Cathode Nodules Produced During Copper Electrolysis*. Report MSL 95-020 (CR).

Cristovici, M.A. and Campbell, R.B. *Cold Bonding of Q.I.T. Oxide Material*. Report MSL 95-021 (CR).

Cabri, L.J. and Laflamme, J.H.G. *Mineralogical Characterization of Mill Products from the Red Dog Mine, Alaska*. Report MSL 95-023 (CR).

Deschênes, G., Julien, M. and Ghali, E. *Lixiviation souterraine de l'or du minerai Bousquet: Phase III*. Report MSL 95-024 (CR).

Lastra, R. and Owens, D.R. *Mineralogical Analysis of Ore Specimens from the Rare Earth Deposit of Dodge Inc. - Part I Mineral Identities, Composition and Modes of Occurrence*. Report MSL 95-025 (CR).

Wilson, J.M.D. *Assessment of the Liberation Characteristics of Pilot Plant Products from Endako Mines, B.C.* Report MSL 95-026 (CR).

Laflamme, J.H.G., Lastra, R. and Petruk, W.A. *Mineralogical Examination of Gold-Bearing Zn-Tailings for TVX Gold Inc.* Report MSL 95-027 (CR).

Laflamme, J.H.G., Petruk, W.A. and Lastra, R. *Mineralogical Study of Cyanidation Tails for Agnico-Eagle Mines Ltd.* Report MSL 95-028 (CR).

Quon, D.H.H., Maffei, N., Aota, J. and Kuriakose, A.K. *The Development and Characterization of Single Crystal Bismuth Germanate Materials in a Microgravimetry Environment Using Float Zone Techniques*. Report MSL 95-033 (CR).

Szymanski, J.T. *X-Ray Diffraction of 173 Samples for EMR Microwave Technology Corporation*. Report MSL 95-034 (CR).

Negeri, T. *Development of Alternative Reagent Scheme for Improved Kidd Creek Flotation Selectivity*. Report MSL 95-035 (CR).

Cristovici, M.A. and Campbell, R.B. *Cold Bonding of Stelco Oxide Material*. Report MSL 95-036 (CR).

Deschênes, G. and Prud'homme, P.J.H. *Effet du nitrate de plomb et de l'oxygène pour la cyanuration du minerai de Mouska*. Report MSL 95-037 (CR).

Chen, T.T. and Dutrizac, J.E. *Characterization of Sticky Zinc Deposits*. Report MSL 95-038 (CR).

Lastra, R., Petruk, W.A., Cabri, L.J. and Laflamme, J.H.G. *Image Analysis of Samples and Probe Analysis of Sphalerite from the Zinc Circuit of Brunswick Mining and Smelting*. Report MSL 95-040 (CR).

Lastra, R. and Owens, D.R. *Mineralogical Analysis of Ore Specimens from the Rare Earth Deposit of Dodge Ltd. - Part II Quantities of Rare Earth Minerals and Their Liberation Characteristics*. Report MSL 95-043 (CR).

Cristovici, M.A. and Campbell, R.B. *Cold Bonding of QIT Red Dust (Pile)*. Report MSL 95-044 (CR).

Lastra, R. and Carson, D.W. *Mineralogical Characterization of an Iron Ore Fragment*. Report MSL 95-045 (CR).

Owens, D.R. and Carson, D.W. *Mineralogical Characterization of Sample from Tailings Pond*. Report MSL 95-046 (CR).

Aota, J., Morin, L., Mikhail, S.A., Chen, T.T. and Wilson, J.M.D. *Vitrification of Stainless Steel EAF Dust*. Report MSL 95-048 (CR).

Szymanski, J.T. *XRD Analysis of Two Samples, CP695 and CP696*. Report MSL 95-049 (CR).

Lastra, R., Owens, D.R., Carson, D.W. and Carrière, P. *Part 1 - Mineralogical Characterization of the Deleterious Elements in Ten Slags from Canadian Non-Ferrous Sulphide Smelters*. Report MSL 95-050 (CR).

Cristovici, M.A. and Campbell, R.B. *Cold Bonding of Three Oxide Samples from QIT*. Report MSL 95-053 (CR).

Chen, T.T. and Dutrizac, J.E. *A Mineralogical Study of Nodulated CCR Copper Starter Sheets*. Report MSL 95-054 (CR).

Bowman, W.S., Beaudoin, R., Fulton, M. and Cloutier, J.C. *Custom Gold Reference Material, IRN Report MSL 96-001B*. Report MSL 96-014 (CR).

Chen, T.T. and Dutrizac, J.E. *Mineralogical Examination of Copper Anode Nodules from the Kidd Creek Copper Refinery*. Report MSL 96-015 (CR).

Paktunc, D., Szymanski, J.T., Lastra, R. and Laflamme, J.H.G. *Mineralogical Characterization of the Ketza River Mine Tailings*. Report MSL 96-016 (CR).

Paktunc, D., Wilson, J.M.D. and Szymanski, J.T. *Mineralogy of the Faro Tailings*. Report MSL 96-017 (CR).

Cabri, L.J. and Laflamme, J.H.G. *Platinum-Iron Alloy Crystals from Near Nel'kan, Russian Far East*. Report MSL 96-019 (CR).

Wilson, J.M.D. *A Mineralogical Evaluation of the Mount Wright Concentrator, Fermont, Quebec, by Image Analysis*. Report MSL 96-002 (CF).

Paktunc, D. *Trip Report: Sudbury '95 Conference, Sudbury, May-June 1995*. Report MSL 95-035 (FT).

Paktunc, D. *Trip Report: British Columbia, January 23-27, 1995*. Report MSL 95-036 (FT).

Maffei, N. *Calibration Tests of CFZF Furnace at Domier GmbH in Freidrichshafen, Germany, August 7-11, 1995*. Report MSL 95-045 (FT).

Wilson, J.M.D. *Field Trip to AMTEL, London, Ontario, June 22-23, 1995*. Report MSL 95-046 (FT).

Steger, H.F. and Cabri, L.J. *Attendance at the AMTEL Workshop on TOF LIMS, September 7-8, 1995*. Report MSL 95-054 (FT).

Cabri, L.J. *Visit to Clients and Potential Clients in Sudbury and Mississauga, Ontario, September 18-20, 1995*. Report MSL 95-056 (FT).

Paktunc, D. *Trip Report: Elliot Lake and Toronto, Business Development and Project Development, September 18-19, 1995*. Report MSL 95-057 (FT).

Smith, C.W. *Attendance at 1995 Meeting of Canadian Mineral Analysts, Kelowna, September 11-14, 1995*. Report MSL 95-058 (FT).

Pouskouleli, G. *Symposium on Quality in Non-Ferrous Pyrometallurgy: 34th Annual Conference of Metallurgists*. Report MSL 95-059 (FT).

Cabri, L.J. *Visit to Potential Clients in British Columbia, September 26 - October 5, 1995*. Report MSL 95-060 (FT).

Maffei, N. *51105 - CFZF Crew Hands-on Training at the University of Florida in Gainesville, Florida, October 10-11, 1995*. Report MSL 95-061 (FT).

Dutrizac, J.E. *Visit to Inco Limited, Thompson, Manitoba and Discussions on Base Metal Processing, Winnipeg, Manitoba, October 13-17, 1995*. Report MSL 95-062 (FT).

Wilson, J.M.D. *Visit to AMTEL, London, Ontario, October 23-24, 1995*. Report MSL 95-063 (FT).

Steger, H.F. Attendance at the Seminar for CAC/ISO/TC Chairmen, Toronto, October 5, 1995. Report MSL 95-064 (FT).

Steger, H.F. Report on Field Trip to Vancouver, October 18-20, 1995. Report MSL 95-065 (FT).

Dauphin, P. Business Trip to Toronto, October 31 - November 2, 1995. Report MSL 95-067 (FT).

Paktunc, D. Trip Report: 20th Annual Review of Activities, Fredericton, NB, November 9-10, 1995. Report MSL 95-068, (FT).

Hargreaves, R. and Dutrizac, J.E. Joint Meeting with the European Union, Brussels, Belgium, November 8, 1995. Report MSL 95-079 (FT).

Quon, D.H. and Maffei, N. CFZF Hands-On Training Session 3 and P1 Flight Preparation Workshop, University of Florida, Gainesville, Florida, March 16-19, 1996. Report MSL-96-008 (FT).

Paktunc, D. Business Development Trip to Vancouver, BC, February 5-9, 1996. Report MSL 96-010 (FT).

Dutrizac, J.E. Attendance at Copper '95 - Cobre'95, Santiago, Chile and Visits to Various Chilean Copper Smelters, November 26 - December 3, 1995. Report MSL 96-004 (PV).

Dutrizac, J.E. Visits to Four Japanese Zinc Plants, May 1995. Report MSL 95-026 (PV).

Dutrizac, J.E. Participation in a Workshop on "Technology for Smelter Site Clean-up and Rehabilitation", Limelette, Belgium and Visit to the Budelco Zinc Plant, Budel, The Netherlands, November 3-7, 1995. Report MMSL 96-001 (PV).

Gould, W.D. 25th Annual Hydrometallurgical Meeting, Winnipeg, Manitoba, October 15-18, 1995. Report MSL 96-001 (PV).

Deschênes, G. Assistance à la Conférence SME, Phoenix, Arizona, 9-14 mars 1996. Report MSL 96-009 (C).

Paktunc, D. and Lastra, R. Applied Mineralogy Booth at the 64th Annual Meeting of PDAC, Toronto, March 10-13, 1996. Report MSL 96-008 (C).

Taylor, K., Deschênes, G. and Gould, W.D. Development in Gold Leaching - A Literature Review. Report MSL 96-011 (C).

Graham, J.A. Determination of Ferrous and Total Iron by Flow Injection Analysis. Report MSL 96-026 (ITR).

Marcotte, Y. CONFIDENTIAL - The Melting Behaviour of Carbon Steels from Different Origins. Report MSL 96-026 (ITR).

Paktunc, D. GTKIM - A Computer Code for Processing Garnet Mineral Chemistry and Evaluation of Kimberlites Garnets for Diamond Potential. Report MSL 95-041 (TR).

Mikhail, S.A. and Turcotte, A.M. Comparison of the Thermal Behaviour of Nickel Hydroxide Powders from Different Sources. Report MSL 95-051 (TR).

Paktunc, D. and Skeaff, J.M. Mineralogical Analysis of Arsenic-Bearing Mill Scale. Report MSL 95-052 (TR).

Mikhail, S.A. and Turcotte, A.M. The Determination of Quartz in Cementitious Materials by DSC: I. BF Slag Fines. Report MSL 96-009 (TR).

Mikhail, S.A. and Turcotte, A.M. Detailed Comments on: Apogee Research Phase I Report to the Issue Table 'Steel Manufacturing'. Report MSL 96 006 (TR).

Deschênes, G. and Prudhomme, P.J.H. Cyanidation of a Copper Gold Ore. Report MSL 96-011 (TR).



Ressources naturelles  
Canada

Natural Resources  
Canada

# CANMET



Laboratoires  
des mines et des  
sciences minérales

Rapport  
annuel

1995

1996

Canada

© Ministre des Travaux publics et des Services  
gouvernementaux Canada 1997

Un nombre restreint d'exemplaires de cette publication  
est disponible gratuitement auprès de :

Laboratoires des mines et des sciences minérales  
Direction de la technologie minérale - CANMET  
Secteur des minéraux et des métaux  
Ressources naturelles Canada  
555, rue Booth  
Ottawa (Ontario)  
K1A 0G1

Télécopieur : (613) 947-1200

Also available in English under the title  
*Mining and Mineral Sciences Laboratories,  
Annual Report 1995-1996.*





## TABLE DES MATIÈRES

Message du directeur .....	2
Programme de déclassement et de réhabilitation des sites miniers .....	5
Programme des procédés métallurgiques .....	6
Programme de l'environnement minier souterrain .....	9
Programme de contrôle du terrain .....	11
Programme d'évaluation des techniques de mesure d'impacts en milieu aquatique .....	12
Programme de santé et de sécurité dans les mines de charbon .....	13
Projet canadien des matériaux de référence .....	15
Programme de recherche sur le drainage acide et les effluents .....	16
Programme des métaux et de l'environnement .....	18
Programme de la mécanisation et de l'automatisation des mines .....	19
Publications .....	21

## MESSAGE DU DIRECTEUR



L'objet de ce rapport annuel est la présentation d'un résumé des faits saillants et des travaux effectués durant l'année financière 1995-1996 aux Laboratoires des mines et des sciences minérales (LMSM) du Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie (CANMET). En tant qu'organisme faisant partie de Ressources Naturelles Canada (RNC), les LMSM alignent étroitement leurs objectifs sur les priorités supérieures du

développement durable et d'un gouvernement avisé, qui sont les dossiers clés de ce ministère. Le rôle des LMSM consiste à mettre au point et à favoriser l'application de nouvelles technologies et de procédés améliorés qui peuvent être utiles à l'industrie minière de multiples façons : amélioration de la récupération de minéraux dans les minerais; amélioration de la qualité des minéraux; abaissement des coûts d'exploitation et de traitement; utilisation plus efficace des ressources par le recyclage des déchets; augmentation de l'efficacité énergétique; réduction des répercussions environnementales et, dans la mesure du possible, facilitation de l'accès des sociétés canadiennes aux technologies et aux marchés étrangers.

En partenariat avec l'industrie, les provinces et d'autres ministères fédéraux, les LMSM travaillent à développer et à transférer de nouvelles technologies pour l'utilisation des ressources minérales. Lorsque pertinent, le mécanisme préféré est celui des consortiums car il réduit les coûts des participants et accélère l'application de la technologie. Les LMSM apportent également une contribution majeure à la base de connaissances générales faisant partie de leurs domaines d'activités.

Les travaux des LMSM sont effectués principalement dans le cadre des activités en sciences et en technologie de RNC. Toutefois, les LMSM apportent une contribution de plus en plus importante à l'élaboration des politiques et des règlements par une collaboration étroite avec les groupes des politiques de RNC et de certains autres ministères fédéraux.

Il convient de replacer les comptes rendus de ce rapport annuel dans le contexte des événements qui ont eu et continueront d'avoir des répercussions significatives sur nos laboratoires d'Elliot Lake, d'Ottawa et de Sudbury, en Ontario, de Val-d'Or, au Québec, et de Sydney, en Nouvelle-Écosse.

L'an dernier, des changements considérables ont été apportés aux activités relatives aux mines et aux sciences minérales à Ressources naturelles Canada. L'événement marquant a été la réduction budgétaire imposée au ministère dans le budget fédéral de 1995. RNC fut l'un des « ministères les plus touchés », ayant subi une réduction budgétaire de quelque 55 p. cent qu'il doit mettre en œuvre sur une période de quatre ans. La réduction s'effectue par des retraites de subventions aux mégaprojets ainsi que par des compressions considérables dans les activités politiques et scientifiques de l'ensemble du ministère. Dans le cas des mines et des sciences minérales, l'imposition d'une réduction budgétaire globale de 28 p. cent s'est traduite principalement par une réduction des effectifs.

Un second facteur ayant une incidence sur les opérations a été la réorganisation ministérielle visant à mettre en parallèle les groupes scientifiques et les groupes politiques correspondants. Dans le cas des activités portant sur les minéraux et les métaux, cela signifiait la formation d'un nouveau secteur, le Secteur des minéraux et des métaux, qui réunit les anciennes division des Mines, des Sciences minérales et de la Technologie des métaux de CANMET avec les groupes qui s'occupent de politique et d'économie en matière de minéraux et de métaux ainsi que d'analyse financière.

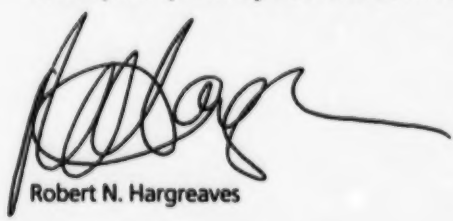
La réorganisation a eu pour objectif de renforcer les liens entre les sciences et la politique afin que les travaux scientifiques reflètent les priorités politiques du gouvernement fédéral et que, de la même façon, l'élaboration de la politique profite de l'apport de connaissances scientifiques solides.

Les anciennes divisions des Mines et des Sciences minérales de CANMET ont également été regroupées en une seule, les Laboratoires des mines et des sciences minérales (LMSM), et la direction de CANMET a opté pour une organisation basée sur la gestion des programmes afin d'améliorer la qualité et l'opportunité dans l'exécution de ceux-ci.

La dernière initiative entreprise au moment de la réorganisation a été la révision en profondeur des orientations du programme de R-D des LMSM. Pour s'assurer que les ressources, une fois réduites, seraient affectées aux travaux ayant la plus haute priorité, les LMSM ont demandé l'intervention et la participation active de l'industrie et des représentants des

ministères fédéraux et provinciaux. Il est rassurant de noter que le consensus a été très élevé chez les participants lors de l'établissement du programme final. Les comptes rendus portant sur les différents programmes sont présentés ci-après sous les nouveaux titres établis pour ceux-ci.

Tirant parti de ces changements, les LMSM demeurent engagés à assumer un rôle de premier plan dans le développement technologique en travaillant en partenariat avec ses clients et partenaires de l'industrie et du secteur public. Ce rapport annuel présente certains aspects de ce développement technologique. J'ose espérer que vous y trouverez de l'intérêt.



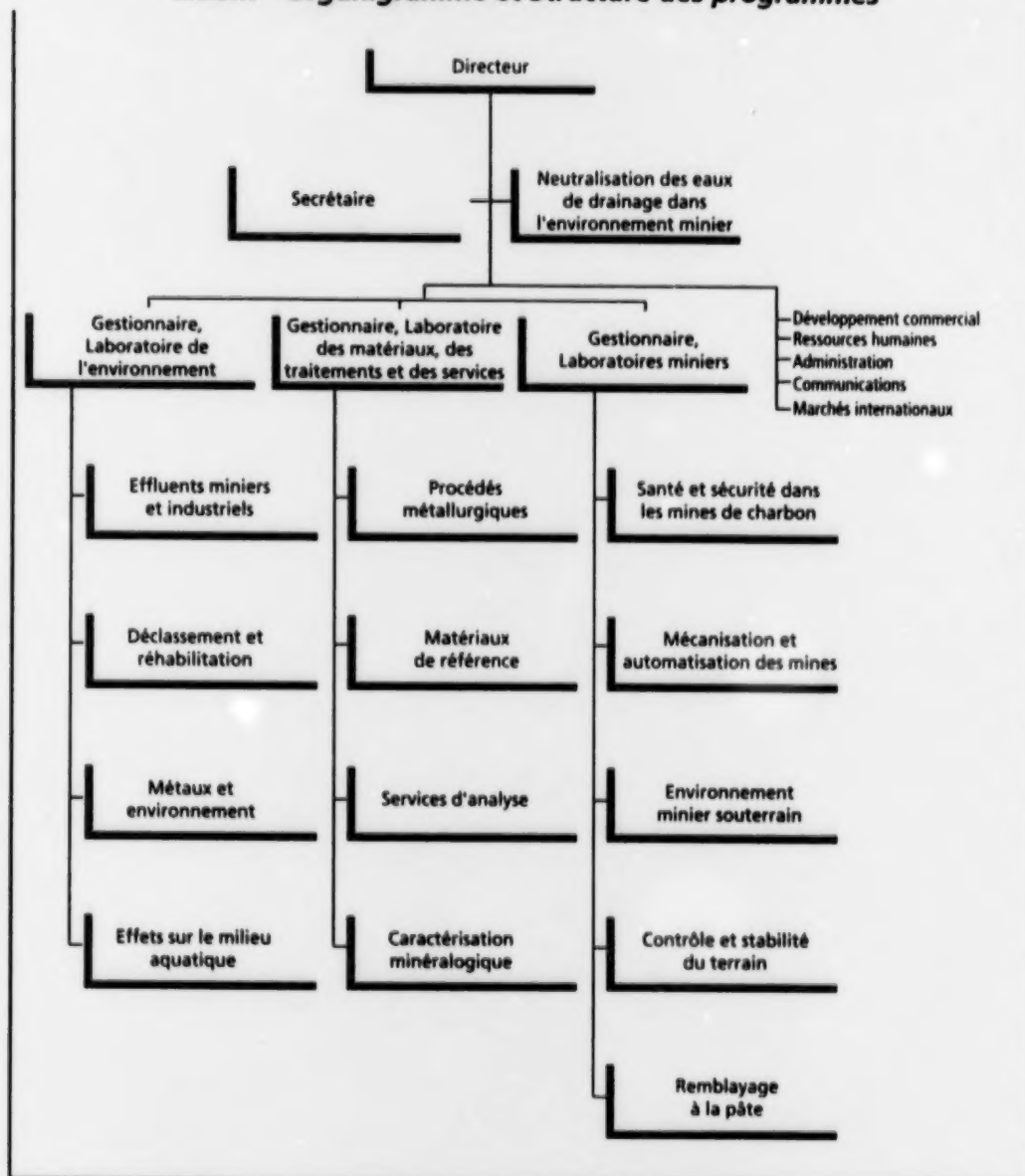
Robert N. Hargreaves

Laboratoires des mines et des sciences minérales

## Statistique, performances et indicateurs de performance pour 1995-1996

<b>•Budget total</b>		<b>20,0 millions de dollars</b>
<b>•Effectif en personnel</b>		
Période indéterminée		182
Période déterminée		19
		<b>201</b>
Étudiants - COOP		47
PEEAC		8
		<b>55</b>
<b>•Principaux prix</b>		
J.E. Dutrizac - Médaille Traserster (de l'Association des ingénieurs sortis de l'Université de Liège, en Belgique)		
L.J. Cabri - Élu membre de la Société royale du Canada		
<b>•Indicateurs de performance</b>		
Revenus externes		4,3 millions de dollars
Attraction externe de ressources «en nature» affectées aux activités des projets conjoints		16,0 millions de dollars
Publications scientifiques		(voir l'annexe)

# LMSM - Organigramme et Structure des programmes



## PROGRAMME DE DÉCLASSEMENT ET DE RÉHABILITATION DES SITES MINIER

Le Programme de déclassement et de réhabilitation des sites miniers est axé sur les solutions aux défis environnementaux que doit affronter l'industrie minière lors de la fermeture d'une mine. Les gouvernements provinciaux exigent de plus en plus que des plans de fermeture soient présentés, aussi bien pour les mines exploitées que pour les projets miniers, afin que soit élaborée une méthode de restauration satisfaisante et que l'on puisse s'assurer que le grand public n'aura à faire face à aucune obligation financière à long terme. Le programme comprend plusieurs domaines de compétences — environnement minier de surface, caractérisation et stabilité des boues de drainage minier non acide, et deux composantes portant sur la saisie de données physiques et chimiques sur les mines et la gestion des déchets miniers, par des systèmes informatisés

installés dans les mines. Ces deux dernières activités sont entreprises dans le cadre d'une entente de quatre ans (l'Entente de développement du nord de l'Ontario, EDNO) passée entre le gouvernement de l'Ontario, l'industrie et CANMET.

Le groupe de l'environnement minier de surface étudie les modes d'élimination sécuritaire et écologique des

déchets et résidus miniers. Une bonne partie des travaux actuels de ce groupe sont réalisés sous les auspices du consortium pour la neutralisation des eaux de drainage dans l'environnement minier (NEDEM),

dont les participants comprennent les gouvernements provinciaux, l'industrie et divers ministères fédéraux. Le programme NEDEM et notre programme intitulé Drainage acide et effluents ont permis aux LMSM de contribuer au développement de méthodes sûres et rentables pour empêcher le drainage minier acide. Parmi les principaux projets en cours pendant l'année, mentionnons des études sur les barrières de diffusion réalisées pour plusieurs sociétés canadiennes d'exploitation minière et d'ingénierie conseil. Voici certaines des observations clés faites jusqu'ici : les arrêts-barrages à eau réduisent le taux de diffusion de l'oxygène par un facteur allant de 200 à 800; les couverts organiques (compost) ont l'avantage supplémentaire de limiter la production d'acides et d'effluents pouvant être acides; l'absence de gypse dans les résidus d'uranium pyritique joue un rôle clé dans la mobilisation du radium/radon.

Les groupes de l'EDNO sur les mines inexploitées et les résidus compilent des bases de données physiques et chimiques sur les régions minières du Canada, principalement celles situées dans le nord de l'Ontario. Le groupe sur les mines compile des données en vue d'identifier les localités minières susceptibles de rupture et d'effondrement à cause d'une exploitation minière souterraine, et les régions où les fuites de résidus stockés en surface peut comporter des risques. Ce groupe s'est attaqué à la compilation de 100 sites miniers d'ici mars 1997, y compris un certain nombre de modèles tridimensionnels de mines creusées jusqu'à une profondeur de 300 mètres au moins. Ces sites miniers ont été choisis, de concert avec le ministère du Développement du Nord et des Mines de l'Ontario, en fonction d'une analyse des risques posés par quelque 1 650 sites miniers inexploités ou abandonnés de l'Ontario. De plus, les données recueillies ont été appliquées en Nouvelle-Écosse, dans le cadre de l'évaluation faite par le ministère provincial des ressources naturelles sur l'effondrement des exploitations charbonnières de l'ensemble de la province. Des discussions sont aussi en cours avec les ministères correspondants du Manitoba, de la Colombie-Britannique et du Québec afin d'installer la base de





données dans ces régions. Aux États-Unis, des discussions ont eu lieu avec l'Office of Surface Mining pour la vente éventuelle de la base de données à une trentaine d'États.

Le groupe de l'EDNO sur les résidus fait appel aux études sur le terrain, à l'analyse chimique et aux données des systèmes de renseignement géographique pour interpréter les aspects chimiques des dépôts de résidus en vue de l'établissement de leurs répercussions environnementales et, lorsque faire se peut, de leur réduction. Le groupe est en train de monter une base de données multidisciplinaire complète sur les tas de résidus et de stériles dans le Nord de l'Ontario; il prévoit terminer l'étude détaillée de 12 sites miniers d'ici octobre 1997. La base de données comprendra les aspects chimiques, minéralogiques et hydrogéologiques des aires à résidus sélectionnées ainsi que le procédé utilisé, de façon à représenter des régimes géologiques et minéraux précis. Les travaux réalisés au cours de l'année comprennent l'élaboration de protocoles d'accès aux données de la base ArcInfo et leur saisie ainsi que l'inclusion des données provenant tant du gouvernement provincial que du gouvernement fédéral. Les composantes de terrain et les données d'analyse de ce projet progressent de manière satisfaisante et parallèlement à la création de la base de données. Des discussions ont eu lieu avec un important producteur de cuivre sur l'établissement de profils détaillés de sites.

## PROGRAMME DES PROCÉDÉS MÉTALLURGIQUES

Le Programme multidisciplinaire des procédés métallurgiques est axé sur l'hydrométallurgie (or et métaux communs), la minéralurgie et le recyclage des déchets métallurgiques. Le programme répond aussi aux besoins de ses clients en minéralogie appliquée. La portée des travaux entrepris par les scientifiques et les technologistes du programme va de la simple

caractérisation des procédés et des produits, à l'optimisation et au développement de procédés, auxquels s'ajoute le transfert de technologies.

Deux des scientifiques affectés au programme ont reçu des prix prestigieux au cours de l'année : pour ses réalisations dans les domaines de la chimie inorganique et de l'hydrométallurgie, John Dutrizac a reçu la médaille Trasenster de l'Association des ingénieurs sortis de l'Université de Liège, en Belgique. Louis Cabri a été élu membre de la Société royale du Canada pour l'oeuvre de toute une vie dans le domaine de la minéralogie appliquée.

### Minéralurgie

Un schéma de traitement a été élaboré pour la récupération des minéraux lourds dans les résidus de bitume et de sable. Le procédé, qui fait intervenir la flottation et la combustion et diverses méthodes de séparation physique, permet la récupération des fractions titanifères, d'un concentré de zircon et d'éléments des terres rares.



Les travaux sur les facteurs de mise à l'échelle se sont poursuivis pour la colonne de flottation sans mousse, avec optimisation de la configuration de l'unité par planification statistique. Dans la flottation classique, la mousse sert à limiter la vitesse du traitement — la colonne de flottation sans mousse accélère la cinétique de flottation par un facteur de six ou sept, tout en produisant des concentrés très propres. En même temps, le recyclage des résidus (jusqu'à 300 p. cent

des charges en circulation) permet des taux de récupération très élevés dans une même unité. Une demande de brevet a été déposée.

Le procédé amélioré de flottation sélective de CANMET a fait l'objet d'autres développements dans le cadre de projets de partenariat avec nos clients industriels. Ce procédé fait appel à la combinaison de xanthates à quatre déprimants inorganiques ( $\text{SO}_2$ , chaux, cyanures et sulfate de zinc) pour améliorer la sélectivité envers le cuivre, le plomb et le zinc ainsi que les taux de récupération de ces concentrés. Le schéma de traitement demeure plus ou moins le même d'une application à l'autre, mais la configuration exacte et la consommation de réactifs sont optimisées par planification statistique. Un circuit pilote a été établi pour tester le procédé à plus grande échelle.

Les besoins d'analyse dans le domaine des logiciels de contrôle des procédés ont été comblés par un travail conjoint avec le Centre de recherche minérale (CRM) du Québec. Le rapport sur les besoins d'analyse est la première étape d'un projet conjoint CRM-CANMET, subventionné dans le cadre de l'Entente sur le développement minéral du Québec. Des travaux d'élaboration d'un progiciel intégré de contrôle des procédés sont déjà en cours.

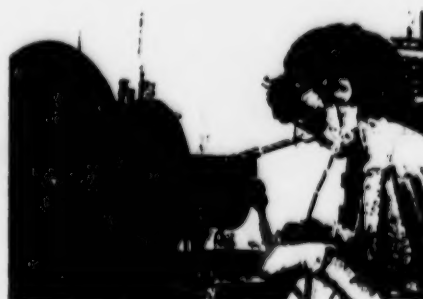
## Métallurgie extractive

CANMET continue de coordonner les activités du groupe de traitement du zinc, du groupe de fonte du cuivre et du groupe d'électroraffinage du cuivre, avec des représentants de tous les producteurs industriels canadiens et de la majorité des producteurs américains, qui se réunissent pour partager leurs expériences d'exploitation. Les travaux sur l'électroraffinage du cuivre et l'électro-obtention du zinc, réalisés en partenariat avec des compagnies canadiennes, sont axés sur la caractérisation des boues anodiques et la détermination des causes de la formation de nodules à la cathode.

Un Consortium sur le nitrate de plomb, mis sur pied par CANMET pour étudier les effets du nitrate de

plomb et de l'oxygène sur la lixiviation de l'or, est passé de deux à quatre membres. Le projet est réalisé en deux phases : la première étudie les bases de la lixiviation au nitrate de plomb et de l'interaction avec l'oxygène; la seconde porte sur l'optimisation des additions de réactifs pour le minerai de chaque mine participante. On prévoit que les résultats du projet mèneront à une réduction de la consommation de réactifs et à une meilleure récupération de l'or. Un des membres du consortium a déjà appliqué certaines des recommandations avec succès.

Des travaux ont été entrepris avec un petit producteur de cuivre et d'or pour évaluer les possibilités offertes par le procédé de



CANMET sur la lixiviation au chlorure ferrique pour la récupération du cuivre dans un concentré de cuivre aurifère. Ce procédé permettrait la récupération d'or dans des résidus de lixiviation au moyen de thio-urée ou de cyanure, après élimination du soufre du résidu.

Un scientifique des LMSM participe avec un important producteur canadien de nickel à un projet de développement de batteries à base de nickel pour véhicules électriques. Une nouvelle méthode a été mise au point. Elle permet de mesurer l'impédance par des épreuves cycliques de charge-décharge et sera appliquée aux batteries fournies par ce producteur.

## Recyclage

Nos premiers travaux sur les déchets d'aciéries indiquent qu'il pourrait être plus pratique de stabiliser les poussières des fours électriques à arc (FEA) sous forme de mâchefer plutôt que de tenter de récupérer les métaux précieux qu'elles renferment. Un nouveau procédé de vitrification à basse température a été mis

au point à CANMET et une demande de brevet a été déposée. Le mâchefer obtenu pourrait servir à la fabrication de briques ou de tuiles. Les LMSM étudient aussi la faisabilité d'une approche semblable pour la stabilisation des déchets municipaux solides.

Un brevet américain a été accordé récemment à CANMET pour la stabilisation des scories de convertisseurs basiques à oxygène (CBO). Ce procédé pourrait remettre en vogue l'utilisation des scories de CBO comme matériau de construction pour les routes. Actuellement, les scories de CBO ne peuvent être utilisées à ces fins, car l'expansion de ce matériau fait fissurer la surface des routes. Il se produit chaque année quelque 1,2 million de tonnes métriques de scories de CBO au Canada.

Parallèlement aux travaux de stabilisation de ces déchets, les LMSM poursuivent l'étude des méthodes de récupération des métaux précieux dans ceux-ci. Certains travaux, réalisés sur la précipitation d'hématite avec des solutions de chlorures, pourraient contribuer au développement d'un procédé de récupération du zinc des poussières de FEA. Des travaux préliminaires ont été entrepris cette année sur le recyclage direct des grenailles ou des briquettes de poussières de FEA et sur la réduction thermique des poussières de CBO.

### **Minéralogie appliquée**

Les activités subventionnées à l'interne ont été menées sur trois fronts : premièrement, le développement de nouvelles techniques, y compris la spectrométrie de masse d'ions secondaires, la spectrométrie de masse à temps de vol et à ionisation laser, la spectroscopie des rayons X à induction microprotonique et l'analyse d'images; deuxièmement, l'adaptation de techniques existantes par le développement de nouvelles approches (par exemple, un logiciel d'analyse rapide des résultats); finalement, la minéralogie

environnementale, y compris la caractérisation des résidus, des stériles et des boues. Pour cette dernière, des techniques minéralogiques peuvent aider à comprendre le comportement des minéraux et des métaux dans l'environnement et à mieux évaluer la biodisponibilité des métaux.

De nombreux projets de caractérisation ont été effectués pour des clients. En particulier, la détermination de la libération par l'analyse d'images, la diffraction des rayons X et la caractérisation des minéraux indicateurs de la présence de diamants sont devenues des activités régulières.

Sur le plan international, Louis Cabri (Ph.D.) a été détaché au Bureau de recherches géologiques et minières de France pour aider ce dernier à lancer une installation de sondage ionique.

### **Céramiques**

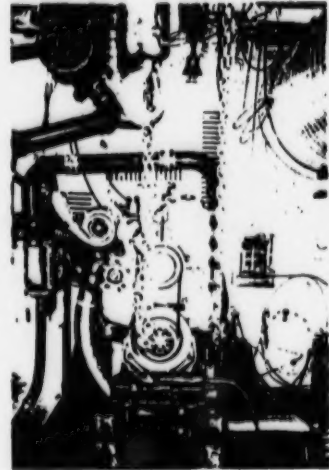
Les travaux se poursuivent dans le cadre du projet d'un four commercial à zone flottante. Il s'agit d'un consortium international de recherche auquel participent l'Allemagne, les États-Unis et le Canada. Le consortium étudie les semi-conducteurs et les oxydes selon la technique de la zone flottante en microgravité. Des monocristaux ayant crû dans l'espace ou en pleine gravité seront comparés de manière à évaluer si la microgravité entraîne de meilleures propriétés. Le matériau étudié à CANMET, avec le parrainage de l'Agence spatiale canadienne, est le germanate de bismuth. Cette année, les travaux ont porté essentiellement sur la croissance de cristaux à CANMET, la préparation d'ampoules de matériaux à traiter dans l'espace et la formation de Marc Garneau, l'astronaute qui était chargé des expériences.

## PROGRAMME DE L'ENVIRONNEMENT MINIER SOUTERRAIN

Le Programme de l'environnement minier souterrain offre à l'industrie minière plusieurs services sur place. L'application de technologies environnementales appropriées dans les mines souterraines rend les lieux de travail plus sains et les travailleurs plus productifs et en meilleure santé. Elle donne aussi aux exploitants de mines plus de souplesse dans l'utilisation de l'air d'aérage disponible, ce qui a des répercussions positives sur le développement minier et la production. Les LMSM collaborent actuellement avec des partenaires de l'industrie minière dans le domaine de l'optimisation et de l'automatisation de l'aérage des mines, du contrôle des émissions de diesels et de la certification de ces moteurs, ainsi que de la réduction et de la surveillance des contaminants souterrains. Les comités techniques industriels et les organismes provinciaux de réglementation font aussi appel à la compétence des LMSM. L'objectif visé est d'assurer aux mineurs canadiens un lieu de travail plus sain et aux exploitants des mines canadiennes une rentabilité optimale.

La certification des moteurs diesels a été un important domaine de travail en 1995-1996. Cette composante du programme porte sur l'application des normes canadiennes pour la certification de moteurs diesels destinés à être utilisés dans les mines souterraines de métaux et de charbon. Ces normes tiennent compte des matières particulaires émises par les moteurs diesels, substances susceptibles d'être cancérogènes chez l'humain, lors de la prescription des volumes d'aérage requis dans les lieux de travail. Des moteurs plus propres exigent un aérage moindre pour une qualité d'air semblable ou supérieure, ce qui incite les

exploitants de mines à équiper leur matériel de chargement et leurs camions à bennes de moteurs plus propres de façon à réduire les coûts associés à l'aérage. Au cours de l'année, le groupe de l'environnement minier souterrain a contribué à la modification des règlements dans la plupart des provinces minières canadiennes. Le laboratoire des LMSM de Bells Corners, qui possède tout l'équipement nécessaire aux essais de contrôle des émissions des moteurs, s'occupe de la certification de la conformité des moteurs diesels aux normes de l'Association canadienne de normalisation. Plusieurs fabricants de moteurs ont fait certifier leurs produits aux installations des LMSM durant l'année. Ces travaux se poursuivront en 1996-1997.



L'automatisation de l'aérage des mines est un second domaine clé. Les gains éventuels liés à l'automatisation des réseaux d'aérage des mines et à l'optimisation de la qualité ou de la quantité de l'apport d'air incluent la réduction des coûts de production, qui peut se faire en maintenant ou en améliorant la qualité du milieu de travail. Habituellement le volume d'air circulant dans les mines est déterminé par la puissance de l'ensemble des moteurs diesels sous terre. La gestion de cette quantité fixe d'air peut souvent entraîner un suraérage ou un sous-aérage de certaines aires. Depuis que des systèmes permettent de communiquer dans toutes les aires des mines, il est maintenant possible, grâce à la mesure des débits d'air et de gaz, aux moteurs électroniques, aux balises de localisation des véhicules et au matériel de contrôle de l'aérage, d'alimenter les lieux de travail en



air au moment et à l'endroit où les besoins se font sentir. Cette technique gagne en popularité dans plusieurs mines et chez les grandes sociétés minières, et des travaux sont en cours dans plusieurs mines en vue d'en prouver graduellement le bien fondé. Le groupe est en train d'intégrer à d'autres codes de commande informatisée son logiciel, le 3D-CANVENT, qui s'est avéré efficace pour simuler l'aérage des mines. Il vise à réunir ces composantes pour une démonstration qui aura lieu l'an prochain à la mine laboratoire de CANMET à Val-d'Or, au Québec.

Notre orientation future continuera de favoriser l'optimisation et l'automatisation de l'aérage ainsi que la réduction des émissions de diesels. En particulier, l'achèvement du projet de démonstration de la gestion de l'air à Val-d'Or aboutira à un système de dépistage de l'emplacement des véhicules diesels et de la concentration de contaminants diesels dans les endroits clés et les galeries de travail. Un poste informatisé central fera alors l'évaluation à distance du volume d'aérage nécessaire et le réglage du matériel d'aérage qui assurera que ce volume est fourni. Les travaux d'évaluation des contaminants diesels présents dans les aires de production se poursuivront aussi dans une mine québécoise afin de fournir aux exploitants des possibilités d'expansion de leurs opérations (y compris l'automatisation de l'aérage) qui soient rentables.

Les ressources du programme sont aussi affectées à la participation à un programme majeur d'automatisation minière. Ces travaux s'effectuent en collaboration avec une importante société minière. Son objectif ultime : automatiser complètement les opérations souterraines. La contribution des LMSM sera axée sur les répercussions de l'abaissement des teneurs en oxygène sur les performances des moteurs diesels et sur l'incidence générale de l'augmentation des

charges de contaminants atmosphériques sur les opérations de routine du matériel de production télécommandé.

Le comité canadien spécial sur les diesels, auquel participent les LMSM, s'est réuni à Markham, en Ontario, en mars 1996 pour discuter des questions relatives à l'exposition aux émissions de diesels et à leur réduction dans les mines. Un des principaux sujets de discussion a été la décision de l'American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH) d'inclure les matières particulaires de diesel (MPD) dans son avis sur les changements prévus pour 1995-1996 (Notice of Intended Changes for 1995-1996). L'ACGIH a proposé une valeur seuil (TLV) de 0,15 mg (MPD)/m<sup>3</sup>. Cependant, la normalisation de ce seuil réglementaire rendrait non conformes bien des mines canadiennes et



américaines. Suite à la réunion de Markham, un consortium de recherche nord-américain chargé d'un Programme d'évaluation des émissions de diesels (PEED) a été mis sur pied. L'objectif du PEED est de réduire l'exposition des mineurs aux brouillards d'huile et aux polluants émis par les moteurs diesels. CANMET, en tant que membre du PEED, travaille avec le consortium pour aider à définir et à réaliser les travaux de développement nécessaires.



## PROGRAMME DE CONTRÔLE DU TERRAIN

Le Programme de contrôle du terrain assure à l'industrie minière canadienne un soutien à la recherche sur la stabilité du sol. Son objectif est d'améliorer la santé et la sécurité des travailleurs et la viabilité économique à long terme en réduisant les risques encourus dans les mines lorsque les masses rocheuses sont faibles ou soumises à de fortes contraintes. Ce programme, qui a été mis sur pied récemment, rassemble les ressources internes en spécialistes et en installations dans les domaines de la géomécanique, de la modélisation numérique et de la dynamique du massif rocheux (y compris la sismicité induite) afin de les appliquer aux problèmes de l'extraction minière en conditions difficiles. De la recherche est effectuée pour chiffrer et comprendre la distribution et le transfert des contraintes de même que le comportement de la masse rocheuse dans ces conditions. Cette information est ensuite appliquée à la mise au point de séquences d'extraction et à l'évaluation de méthodes de remplacement pour optimiser la sécurité des travailleurs et le rendement économique.

Les équipes spécialisées qui travaillent dans ces domaines ont apporté des contributions technologiques importantes. Elles ont aussi joué un rôle de premier plan dans le transfert de la technologie aux communautés minières, y compris les diverses sociétés minières, les associations minières, les consultants, les établissements d'éducation et les organisations d'experts internationaux. Des ateliers ont été présentés et des réunions organisées à l'intention d'organisations comme l'ICM (Institut canadien des mines, de la métallurgie et du pétrole); la NARMS (North American Rock Mechanics Society); et la SIMR (Société internationale de mécanique des roches). Un rôle actif est maintenu dans le soutien apporté à des projets externes comme le PRCCT (Projet de recherche canadien sur les coups de toit) et aux comités industriels de contrôle du sol dans diverses provinces.

Un certain nombre de projets sont en cours pour améliorer notre compréhension de la dynamique du massif rocheux sous des contraintes élevées. De la recherche et de la collecte de données sur le terrain ont été réalisées pour la phase 2 du PRCCT, un projet entrepris conjointement avec d'importants partenaires de l'industrie minière ontarienne. Maintenant que ce projet se termine, l'expertise accumulée aux cours des dix dernières années dans la compréhension du phénomène des coups de toit, de la dynamique de redistribution des contraintes et de la surveillance microsismique a été réorientée et appliquée à d'autres modes d'exploitation des ressources. De la recherche



sur les microséismes a été réalisée dans plusieurs mines du Québec, tant pour le contrôle des coups de toit que le soutien des opérations. Un projet, qui combine nos connaissances de l'activité microsismique avec les principes de la géomécanique, a été entrepris afin d'évaluer les essais de libération des contraintes par abattage. Un autre projet récent consiste à appliquer la technologie de la microsismicité à l'identification précoce des ruptures dans les forages aux sites de production accrue.

Les techniques de modélisation numérique sont un autre domaine d'importance. De récents développements permettront d'effectuer de la recherche dans des applications de pointe en vue de favoriser le développement durable des mines et la

récupération des réserves minérales. Par exemple, le code breveté Rock3D fait appel à des techniques de traitement innovatrices qui apportent en moins de 24 heures des solutions à des modèles ayant plus d'un million d'éléments. Cette capacité rend maintenant possible l'évaluation comparative de scénarios d'exploitation différents, ce qui permet, par exemple, de choisir la séquence d'extraction optimale. Le logiciel, qui permet actuellement des solutions élastiques linéaires, inclut un couplage facile avec le logiciel graphique AutoCAD pour faciliter le développement d'un réseau et permettre d'importer et d'afficher des données de microsismicité. Il est ainsi possible de visualiser la rupture dynamique de la masse rocheuse en fonction des contraintes.

Les installations de pointe du laboratoire de Bells Corners ont permis le développement continu de méthodes améliorées pour la mise à l'essai des propriétés de la masse rocheuse. Cette année, des méthodes permettant de mesurer le coefficient d'expansion thermique de la roche, du béton et des mortiers ont été développées. Les plans d'une méthode ont été élaborés pour déterminer la valeur théorique de la poroélasticité thermique de la roche, ce qui aura des répercussions importantes sur le stockage souterrain à long terme des déchets nucléaires. Durant l'année, des protocoles ont aussi été développés pour déterminer les propriétés des roches schisteuses et ils ont fait l'objet de démonstrations. Ces protocoles permettent de mesurer les propriétés des unités lithologiques friables, qui sont les premières à se rompre dans l'environnement minier.

Un autre objectif du programme est de maximiser l'interaction entre les disciplines et l'intégration des compétences de façon à améliorer la compréhension globale du comportement des roches et à mieux l'appliquer aux problèmes pratiques de l'industrie minière. La recherche sur la dynamique du massif

rocheux se poursuit donc afin d'améliorer la compréhension des effets des contraintes élevées et de la redistribution des contraintes qu'entraîne l'exploitation de mines en roche dure. Les travaux ultérieurs seront axés sur des essais dans des dépôts d'évaporite, le développement d'outils microsismiques applicables à la récupération assistée du pétrole, l'amélioration du modèle Rock3D pour résoudre les comportements non linéaires, l'essai d'une application pour le séquençage d'une exploitation souterraine et l'amélioration des installations des laboratoires d'essai pour permettre des essais de fluage sur de gros échantillons de roches dures et de béton, y compris la réaction dynamique sous forme d'émissions acoustiques.

## PROGRAMME D'ÉVALUATION DES TECHNIQUES DE MESURE D'IMPACTS EN MILIEU AQUATIQUE

Le Programme d'évaluation des techniques de mesure d'impacts en milieu aquatique (PETMIMA) a été mis sur pied en 1994 pour examiner les technologies pertinentes utilisées pour évaluer les effets des effluents miniers sur le milieu aquatique. Le programme est une initiative conjointe industrie-gouvernement parrainée par l'Association minière du Canada, RNCan, Environnement Canada, Affaires indiennes et du Nord Canada, Pêches et Océans Canada et sept gouvernements provinciaux (Colombie-Britannique, Saskatchewan, Manitoba, Ontario, Nouveau-Brunswick, Nouvelle-Écosse et Terre-Neuve).

Le financement de ce programme est partagé avec l'industrie minière par une contribution de l'Association minière du Canada et la participation de divers représentants de plusieurs sociétés minières. CANMET coordonne le programme en assumant le soutien financier et les travaux de secrétariat. La contribution des autres partenaires se fait en nature par des conseils et des services techniques. Le programme est de type multidisciplinaire et comporte

des travaux sur la toxicité, la surveillance biologique et diverses approches et technologies pour la surveillance de l'eau et des sédiments.

La partie du programme portant sur la toxicité aiguë s'est terminée en mars 1996. Les travaux visaient à trouver des tests de toxicité rentables pour remplacer les tests standardisés réalisés avec des truites arc-en-ciel et des daphnies. Les travaux du PETMIMA ont mené à la conclusion que les tests de remplacement évalués ne peuvent pas se substituer au test standardisé chez les poissons, mais ils ont montré des résultats prometteurs pour remplacer le test chez les invertébrés.

Une étude pilote sur le terrain a été réalisée dans la région de Val-d'Or, au Québec, à l'automne 1995. L'étude faisait l'évaluation de plusieurs méthodes. Certaines difficultés sont survenues aux sites originaux, car aucun effet significatif des activités minières n'a pu y être décelé, de sorte que d'autres sites plus affectés ont dû être échantillonnés par la suite. Des renseignements utiles furent recueillis dans des études faites chez les invertébrés benthiques et dans celles sur les méthodes de digestion des sédiments et la toxicité des sédiments; cependant, les données sur les poissons se sont avérées non concluantes.

Le premier examen technique annuel du programme a eu lieu en novembre 1995. Plus de 40 participants venant de l'industrie, des organismes gouvernementaux et de la communauté des experts-conseils en environnement, ont examiné les résultats du programme et présenté des avis et des conseils sur l'orientation de celui-ci.

Fort de ces conseils et d'autres avis d'experts, le comité technique a élaboré un plan de travail détaillé de la recherche bibliographique et des travaux sur le terrain à effectuer en 1996-1997. En 1996-1997, la recherche bibliographique portera, entre autres, sur les sujets suivants : l'utilisation de

l'histopathologie des poissons comme outil de surveillance, l'utilisation de la métallothionéine comme indicateur d'exposition des poissons aux métaux, l'échantillonnage et le maniement des invertébrés benthiques, le traitement statistique des données sur les invertébrés benthiques, la qualité de l'eau et sa relation avec les effets biologiques, et les questions d'échantillonnage de l'eau et de conception. Une série d'études préparatoires ont été réalisées à plusieurs sites miniers afin de choisir les plus appropriés à une pleine évaluation sur le terrain, en 1997, des technologies de surveillance en milieu aquatique.



## PROGRAMME DE SANTÉ ET DE SÉCURITÉ DANS LES MINES DE CHARBON

Comment peut-on optimiser les taux d'extraction dans les mines sous-marines sans risque de provoquer une

irruption d'eau? Est-il possible, sans danger et de façon rentable, de surmonter des dangers géologiques comme les émissions de méthane, les coups de toit ou les coups de grisou, les toits friables et les soulèvements de l'éponte inférieure? Voilà certains des problèmes clés que doit affronter l'industrie canadienne des mines de charbon souterraines. Le Programme de santé et de sécurité dans les mines de charbon (PSSMC) des LMSM vise à développer, en étroite collaboration avec l'industrie, la technologie qui aidera cette dernière à solutionner ces problèmes.

Le PSSMC, établi à Sydney, en Nouvelle-Écosse, est devenu un programme national depuis la signature récemment d'un contrat de recherche majeur en géotechnologie avec un producteur de charbon albertain. Ces travaux, en plus de la participation d'un producteur de charbon de la Colombie-Britannique, contrebalance les travaux de recherche effectués pour la Société de développement du Cap-Breton.

Au cours de l'année, des projets techniques ont fait l'objet de réalisations majeures dans les domaines suivants : contrôle des piliers, coups de toit ou coups de grisou, mesure de l'affaissement au-dessus d'ouvrages de soutènement peu profonds et sous-marins et évaluation technique d'une exploitation par longues tailles. Une dimension internationale s'est ajoutée : les travaux d'une société canadienne d'experts-conseils au Moyen-Orient, une mission d'enquête en Europe et l'accueil de professionnels des mines venant des États-Unis, du Royaume-Uni, d'Allemagne et d'Australie. Une démonstration réussie de notre prototype de consignateur de données pour sondes soniques souples a aussi été entreprise par le U.S. Bureau of Mines (l'actuel U.S. Department of Energy) dans une mine de la Virginie-Occidentale. Les Américains possèdent maintenant leur propre unité et la société Geokon Inc. fabrique commercialement le consignateur de données.

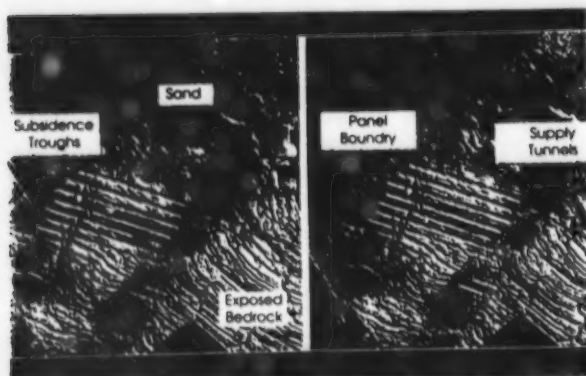
Des effets positifs se sont manifestés sur les opérations de nos clients dans un certain nombre de domaines, dont la récupération de quantités additionnelles de charbon à la suite de recherches conjointes d'une durée de quatre ans sur l'optimisation de la conception des piliers et la surveillance de la déformation des routes autour d'un pilier de fin de longue taille, permettant une taille par quartier rabattant de 26 mètres. De plus, l'achèvement d'un examen des pratiques internationales dans le cas de coups de toit ou de coups de grisou a mené à des recommandations visant des améliorations significatives de l'efficacité des taux de développement dans les terrains susceptibles d'éventuels coups de toit.

Toutefois, les résultats techniques les plus intéressants obtenus par le PSSMC en 1995-1996 sont axés sur le parachèvement d'un programme de recherche d'une durée de dix ans sur la mesure de l'affaissement des fonds océaniques. Malgré l'emploi d'approches conceptuelles conservatrices, fondées largement sur des données européennes, les chercheurs des LMSM croient à la possibilité de poursuivre l'extraction du charbon en toute sécurité, sans risque de provoquer une irruption d'eau, s'il est possible d'obtenir des données locales sur l'affaissement des fonds océaniques. Un véritable exemple à suivre : en collaboration avec l'industrie privée et les chercheurs gouvernementaux, la plus récente technologie de cartographie des fonds océaniques de la Commission géologique du Canada a été appliquée à la mesure de l'affaissement au-dessus de tout un quartier de longue taille. Le quartier mesurait environ 168 mètres de largeur et 2 500 mètres de longueur; il était situé entre 245 et 280 mètres sous le niveau de la mer; l'extraction portait sur 2,0 à 2,4 mètres de charbon. La déformation du plancher océanique était à peine perceptible, mais les techniques informatisées d'amélioration les plus récentes ont produit des images qui ont permis de faire des estimations quantitatives d'un affaissement atteignant 1,3 mètre. Ces données seront maintenant utilisées, avec des données locales, pour valider les



modèles prévisionnels informatisés afin d'améliorer la conception ultérieure des mines.

Un autre domaine clé d'activité continue d'être le développement d'instruments pour la collecte de données liées aux études de contrôle du méthane qui sont en cours. Durant 1995-1996, le PSSMC a élaboré une nouvelle méthode permettant de déterminer les isothermes de Langmuir pour l'adsorption du méthane dans de gros échantillons de charbon pesant de 0,500 à 1,0 kilogramme. Des renseignements clés sur la



teneur théorique en méthane du charbon sont ainsi produits, ce qui permet de faire des estimations pour l'exploitation ultérieure de parties de la couche plus profondes et plus riches en gaz. La méthode a été appliquée à des mines profondes, aussi bien dans l'est que dans l'ouest, ainsi qu'à un projet d'exploration du méthane d'un gisement houiller de Nouvelle-Écosse.

Le PSSMC a aussi terminé un projet conjoint de surveillance à distance des débits d'air dans les mines abandonnées.

Dans le cadre d'une autre activité, un module de démonstration a été élaboré pour fins de formation en sauvetage minier. Il comprend un essai compatible avec Internet et un scénario de sauvetage minier en réalité virtuelle. Finalement, le PSSMC a continué de faire, au moyen de gaz traceurs, des essais sur les issues de secours des mines et des exercices de simulation d'un incendie de mine.

## PROJET CANADIEN DES MATÉRIAUX DE RÉFÉRENCE (PCMR)

Le Projet canadien des matériaux de référence (PCMR) fournit des matériaux certifiés et des matériaux de référence (MR) personnalisés destinés à servir dans les laboratoires à l'évaluation et à l'amélioration de la justesse des mesures et des méthodes d'analyse. Il existe des MR sous forme de matériaux finement pulvérisés, entre autres des sols, des sédiments, des minerais, des concentrés et des résidus. En 1995-1996, le PCMR a vendu quelque 2 200 unités de plus de 100 MR. Environ la moitié des MR ont été vendus à l'extérieur du Canada.

### Matériaux de référence

Les tâches comprenaient à la fois le remplacement des populaires MR afin d'assurer un approvisionnement continu et la production de nouveaux matériaux. Le traitement et l'embouteillage d'un concentré de zinc sont terminés. Quatre échantillons de till sont devenus disponibles après leur analyse statistique. D'autres valeurs pour des éléments majeurs, mineurs et traces furent fournies dans le cas des roches de gabbro et de diabase, dont la caractérisation avait indiqué la présence d'or et de métaux précieux. De plus, on a entrepris l'évaluation de l'homogénéité de deux anodes en cuivre et un programme d'évaluation de l'homogénéité du traitement et des mesures interlaboratoires pour un concentré de cuivre et un minerai de cuivre-molybdène.

En 1996-1997, la certification du concentré de zinc et des anodes de cuivre mentionnés se poursuivra.

### Matériaux de référence personnalisés

Pour satisfaire à la demande croissante de MR impossibles à trouver ailleurs, le PCMR offre un service de préparation de MR où le matériau brut du client est transformé en un matériau de référence suivant des protocoles établis. Les clients tirent profit de l'optimisation de l'appariement entre la matrice des MR et celle des échantillons analysés, et ils ont



l'avantage d'un approvisionnement en MR préparés par un producteur reconnu internationalement.

En 1995-1996, deux MR personnalisés ont été préparés à partir de minerais d'or pour le compte de sociétés faisant de l'exploration minière. En outre, huit types de sols différents ont été préparés pour des essais de compétence d'une association canadienne de l'environnement.

En 1996-1997, des MR personnalisés de huit sols seront préparés. Des contrats sont en voie de négociation pour d'autres matériaux.

### ***Certification du PCMR dans le cadre d'un système de contrôle de la qualité***

Le PCMR a entrepris la préparation de documents relatifs à un système de contrôle de la qualité pour fins de certification en vertu de la norme ISO 9002. Cette activité fait suite à des pressions internationales visant la garantie de qualité des MR par la certification et l'accréditation des producteurs.

La vérification par une tierce partie en vue de l'homologation du système de contrôle de la qualité du PCMR conformément à la norme ISO 9002 aura lieu en 1996-1997.



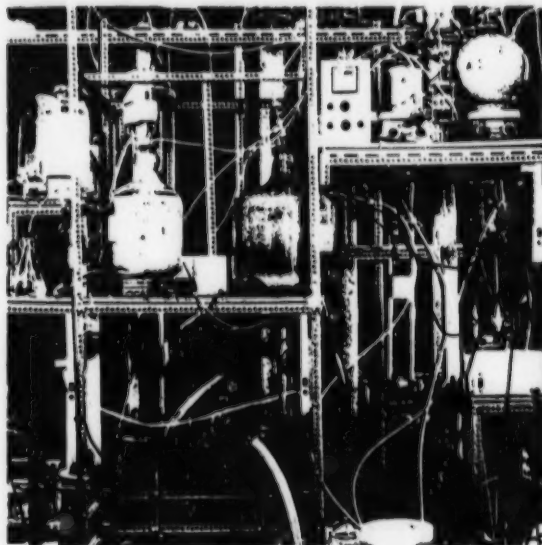
## **PROGRAMME DE RECHERCHE SUR LE DRAINAGE ACIDE ET LES EFFLUENTS**

Le Programme de recherche sur le drainage acide et les effluents s'appuie sur la vaste compétence des LSM en matière de traitement des effluents miniers, métallurgiques et d'usines de traitement de minerais. Son objectif premier est de fournir un appui à la R-D visant à aider l'industrie canadienne des minéraux dans ses efforts pour se conformer aux obligations réglementaires relatives aux effluents liquides et minimiser les responsabilités associées. Au cours de l'année, toute une gamme de questions ont été soulevées sur les effluents.

Le consortium sur la lixiviation des scories, fondé sur le partage des tâches, vise à répondre aux préoccupations de l'industrie relativement au potentiel de lixiviation des scories dans l'environnement. L'objectif du programme est l'évaluation des répercussions que les scories non ferreuses de fonderie risquent d'avoir sur l'environnement. Le projet a été coordonné par les LSM et des travaux ont été réalisés dans deux domaines : recherche et documentation sur des procédures d'essais normalisées pour l'échantillonnage et la lixiviation, et recherches approfondies sur le terrain et en laboratoire sur les répercussions environnementales des scories et les scénarios de stockage possibles. La première phase des travaux est terminée et les LSM sont en train de compiler les résultats des travaux du consortium en un seul rapport qui sera partagé entre les partenaires industriels.

La caractérisation et la stabilisation des boues de traitement du drainage minier acide (DMA) comptent aussi parmi nos principaux domaines de travail. L'acceptation des méthodes d'élimination des boues de traitement du DMA exige la connaissance de la stabilité à long terme de ces dernières. Actuellement, il existe peu de données sur la mobilité des métaux et le

mode d'arrivée de l'espèce métallique dans le précipité — y est-elle entraînée, adsorbée ou liée structurellement? La connaissance des propriétés et de la stabilité des boues fournira à l'industrie canadienne des minéraux les renseignements nécessaires à l'établissement de pratiques efficaces et efficaces d'élimination des boues et de déclassement des mines. De plus, des modifications aux actuels procédés de traitement, qui améliorent la cristallinité du précipité, pourraient avoir des répercussions importantes sur le traitement des boues, leur stabilité et leur élimination. Parmi les résultats attendus de ce projet approuvé par le consortium pour la neutralisation des eaux de drainage dans l'environnement minier (NEDEM), mentionnons un protocole d'échantillonnage conçu pour obtenir des données représentatives et fiables sur les boues de chaux, une caractérisation entière (propriétés physiques, chimiques, minéralogiques et thermiques et potentiel de lixiviation) des boues de chaux de diverses exploitations minières canadiennes; un examen des effets des variables du procédé sur la stabilité et la densité des boues; une étude du rôle

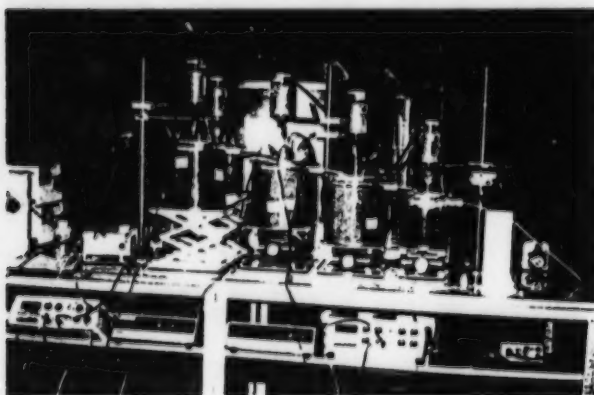


l'établissement des paramètres de conception technique nécessaires à la mise à l'échelle d'une nouvelle concession minière. Mis au point par CANMET avec des partenaires industriels, le procédé AVN permet la récupération des cyanures présents dans les solutions stériles et leur réutilisation dans le circuit de lixiviation. Dans certaines conditions, le procédé AVN possède des avantages économiques et environnementaux par rapport aux méthodes de destruction des cyanures. Les principales particularités du procédé AVN sont, entre autres, une récupération élevée des cyanures, des effluents plus propres et la possibilité de récupérer le cuivre contenu dans la solution stérile.

L'orientation future du programme sera axée sur des progrès soutenus dans la compréhension du drainage acide, des inhibiteurs biologiques pour le drainage acide, de la densification et de la caractérisation des boues ainsi que de la formation des sulfosels et de leur dégradation dans les effluents.

joué par le vieillissement et le tamponnage excessif sur la stabilité à long terme des boues.

En ce qui a trait aux effluents de traitement de l'or, les LMSM travaillent, en partenariat avec une société canadienne, à l'évaluation de la faisabilité technique du procédé d'acidification-volatilisation-neutralisation (AVN) pour la récupération des cyanures et à



## PROGRAMME DES MÉTAUX ET DE L'ENVIRONNEMENT

Le Programme des métaux et de l'environnement a été mis sur pied en 1995 pour répondre à un besoin de connaissances scientifiques solides dans les règlements sur l'environnement et les mesures de protection qui affectent les industries minières et métallurgiques du Canada. L'accent est mis sur les liens entre la science et la politique et la collaboration avec des organismes nationaux et internationaux comme Environnement Canada, Industrie Canada, des représentants des provinces, des organisations non gouvernementales, l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) et l'Union européenne. Le programme fait appel aux compétences des LMSM dans les domaines de la sidérurgie, de la technologie de la fonte des métaux non ferreux, de l'hydrométallurgie, de la toxicologie et de la gestion de l'environnement.

Le programme est axé sur des questions d'ordre environnemental liées aux métaux, pour lesquelles les connaissances scientifiques comportent des lacunes, et sur le développement des données et de l'information nécessaires. Les LMSM ont réussi à soumettre un projet de développement sur la caractérisation, les réactions et le transport atmosphériques ainsi que le devenir géochimique des émissions des fonderies. Par exemple, les besoins d'un programme de recherche sur les émissions des fonderies ont fait l'objet d'un atelier de deux jours parrainé par l'Association minière du Canada. Ces données constitueraient la base nécessaire à l'évaluation des répercussions des émissions des fonderies sur la santé humaine et l'environnement.

Un article a été rédigé sur les coefficients d'émissions de métaux traces par l'industrie canadienne de la fonte de métaux non ferreux pour l'année 1993 dans le but de mettre à jour les coefficients utilisés actuellement, qui sont basés sur des données datant du milieu des années 80; l'article a été accepté pour publication dans la revue scientifique *Atmospheric Environment*. Les auteurs ont utilisé pour la première

fois des données actuelles, accessibles au public, sur les émissions de métaux traces et la production de métaux pour calculer des coefficients d'émission représentatifs des émissions produites par l'industrie canadienne des métaux non ferreux, afin que les mesures de protection de l'environnement puissent être basées sur des estimations justes des rejets.

Un atelier de l'OCDE sur des essais de toxicité aquatique des métaux et des composés métalliques inorganiques peu solubles a eu lieu en septembre 1995. Le programme poursuit la collaboration des LMSM avec l'OCDE au projet d'harmonisation de l'identification des dangers créés par les substances et de leur danger pour l'environnement aquatique.

Dans le cadre de ce programme, les LMSM ont aussi fourni des compétences scientifiques et techniques à trois processus des options stratégiques (POS) qui sont



importants pour les industries sidérurgiques canadiennes, les industries des métaux non ferreux et les industries de finissage des métaux. Les POS sont des tables de concertation, réunissant plusieurs groupes d'intéressés, qui ont été mis sur pied par Environnement Canada dans le but d'évaluer, en vertu de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (LCPE), la toxicité de certains composés métalliques produits par certains cycles de procédés de l'industrie canadienne. Les POS ont une incidence sur le ciblage des ressources par l'industrie pour les contrôles environnementaux. Le programme a amené des compétences en technologie des

procédés métallurgiques aux tables de concertation et a voulu s'assurer que chaque table de concertation considère pleinement les engagements volontaires importants de l'industrie dans le cadre du programme d'Accélération de la réduction et de l'élimination des toxiques (ARET).

Le programme a aussi assuré une contribution scientifique et technique aux positions de RNCAN sur un certain nombre d'initiatives du gouvernement canadien, entre autres : le projet de protocole de la Commission économique pour l'Europe des Nations-Unies (ECE ONU) sur le transport à grande distance des polluants atmosphériques — métaux lourds (TGPA-ML), l'examen de la LCPE et la stratégie nationale sur les métaux.

En outre, le programme fournit la présidence du comité technique organisateur à un symposium international sur les métaux et l'environnement à l'assemblée générale annuelle de l'Institut canadien des mines, de la métallurgie et du pétrole (ICM) qui aura lieu à Montréal, au Québec, en mai 1998. Le symposium organisé et parrainé par CANMET, avec la contribution de la société métallurgique de l'ICM à la célébration du 100<sup>e</sup> anniversaire de fondation de cet institut, offrira aux membres de l'ICM un examen, une discussion et un débat éclairé sur les questions environnementales associées au traitement des métaux, dans une perspective aussi bien nationale qu'internationale.

## PROGRAMME DE LA MÉCANISATION ET DE L'AUTOMATISATION DES MINES

Le Programme de la mécanisation et de l'automatisation des mines de CANMET, mis sur pied en 1993, découle d'un besoin critique de gîtes miniers, tant en filons qu'en amas, exprimé par l'industrie minière canadienne. L'objectif premier du programme est d'assurer la compétitivité de l'industrie, en particulier dans les gîtes filoniens, tout en améliorant la santé et la sécurité des travailleurs. Son second objectif est d'augmenter la productivité, ce qui permet l'exploitation

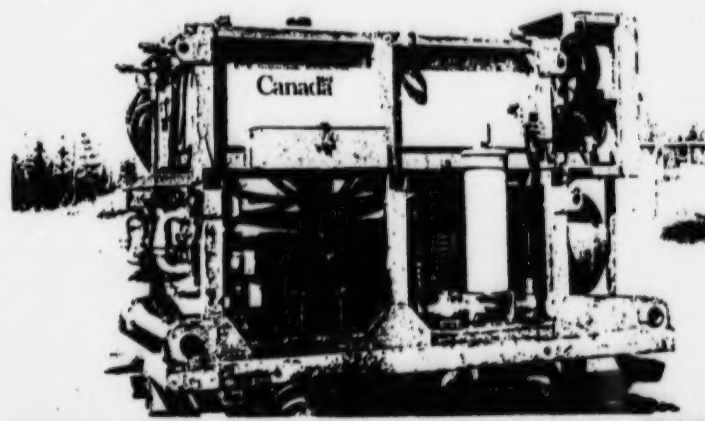
rentable d'un plus grand nombre de réserves. Les travaux accomplis en 1995-1996 avaient trait à quelque 20 projets, pour un total de plus de 5 millions de \$. Trois projets majeurs sont décrits ci-dessous.

### Électro-hydraulification des mines souterraines

L'objectif du projet d'électro-hydraulification des mines



souterraines, géré par les LMSM pour le compte de la Société de recherche et de développement en exploitation minière (SOREDEM) et d'Hydro-Québec, est de remplacer la technologie utilisant la force pneumatique, dont l'usage est répandu dans les gîtes miniers en filons, par celle utilisant la force hydraulique. Mise au point en Afrique du Sud au cours de la dernière décennie, cette nouvelle technologie a des avantages utiles, en particulier pour le forage : vitesse de pénétration deux fois plus rapide, plus grande efficacité





énergétique, réduction des niveaux de bruit et des concentrations de poussières respirables, et élimination des brouillards d'huile et de l'huile sous terre.

Les expériences réalisées à la mine laboratoire de Val-d'Or ont clarifié des éléments importants de l'adaptation des foreuses hydrauliques, en particulier en ce qui a trait au recyclage de l'eau, à l'ergonomie de la conception et à la fiabilité mécanique.

Une étude du marché nord-américain a révélé un potentiel important pour ce nouveau type de foreuse. Qui plus est, une étude de pré faisabilité technique et économique du passage de la force pneumatique à la force hydraulique dans les mines à filons étroits a fixé à moins de trois ans la période probable de récupération des investissements.

Tous ces éléments ont suscité l'intérêt de CANMET, de SOREDEM, d'Hydro-Québec et d'un fabricant sud-africain dans la mise sur pied d'un programme de recherche et de développement d'un outil de forage adapté aux conditions nord-américaines.

### **Protecteur auditif supprimant le bruit dominant**

Comme le matériel d'exploitation produit des niveaux élevés de bruit dans un espace clos, l'environnement minier souterrain est particulièrement bruyant. Les mineurs se servent actuellement de protecteurs auditifs personnels comme les cache-oreilles et les bouchons, pour réduire le niveau de bruit. Malgré cela, les travailleurs continuent d'être exposés à des risques d'accidents causés par la fatigue et le stress liés aux bruits, en plus des risques directs de perte d'acuité auditive. Selon les statistiques, la perte d'acuité auditive est la lésion professionnelle la plus commune dans le secteur de l'exploitation minière.

Pour solutionner ce problème, un projet a été entrepris conjointement par CANMET et l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue afin de mettre au point un protecteur auditif qui supprime le bruit dominant. Le projet, appelé «ANS», comporte le

développement et l'intégration de trois sous-systèmes — un système actif de limitation du bruit, un système d'annulation de l'écho et un système de communication numérique. Le système ANS réduira donc les bruits intenses produits par le matériel d'exploitation et les accessoires, tout en laissant passer les signaux jugés utiles aux travailleurs, comme la parole et les signaux d'alarme.

Le projet est soutenu par l'Association paritaire pour le secteur minier, l'Association minière du Québec et le comité scientifique de l'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec.



### **Banc d'essai pour foreuses portatives**

Mis sur pied en vertu de l'Entente de développement du nord de l'Ontario, ce projet de mise au point d'un banc d'essai pour foreuses portatives a été complété par le personnel de la mine laboratoire de Val-d'Or en vertu de l'Entente auxiliaire Canada-Québec sur l'exploitation des minéraux. Le banc d'essai permet de diagnostiquer rapidement l'état mécanique d'une foreuse en mesurant son couple en conditions statiques et dynamiques et sa vitesse de rotation.

L'information obtenue par ce diagnostic aide à réduire les risques de blessures au dos causées par un maniement inutile des foreuses, à diminuer les frais d'entretien et à améliorer l'efficacité globale des foreuses.

Des mesures ont été prises pour breveter le concept et accorder une licence à un fabricant.



## ANNEXE - LISTE DES PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES DES LABORATOIRES DES MINES ET DES SCIENCES MINÉRALES, 1995-1996

De nombreux rapports et publications sont produits chaque année par le personnel des LMSM. La liste qui suit présente les documents publiés en 1995-1996 par les LMSM dans leurs domaines d'activités, soit l'environnement, l'exploitation minière et le traitement.

### A. LABORATOIRE DE L'ENVIRONNEMENT

#### 1. Revues scientifiques

##### Articles publiés

Blowes, D.W., Al, T., Lortie, L., Gould, W.D. et Jambor, J.L. 1995. *Chemical, Mineralogical and Microbiological Characterization of the Kidd Creek Mine-Tailings Impoundment, Timmins Area (Ontario)*. *Geomicrobiology Journal* Vol. 13: 13-31.

Dutrizac, J.E. et Chen, T.T. 1995. *The Leaching of Galena in Ferric Sulphate Solution*. *Metallurgical and Materials Transactions B*. 26B (2): 219-227.

Kondos, P.D., Deschênes, G. et Morrison, R.M. 1995. *Process Optimization Studies in Gold Cyanidation*. *Hydrometallurgy* Vol. 39: 235-250.

Kondos, P.D., Griffith, W.F. et Jara, J.O. 1996. *The Use of Oxygen in Gold Cyanidation*. *Canadian Metallurgical Quarterly*, Vol. 35 (No. 1): 39-45.

Mikhail, S.A. et Turcotte, A.M. 1995. *Thermal Behaviour of Basic Oxygen Furnace Waste Slag*. *Thermochimica Acta* Vol. 263 (Oct.): 87-94.

Mikhail, S.A., Turcotte, A.M. et Hamer, C.A. 1996. *Application of Thermal Techniques in the Recovery of Heavy Minerals From Oil-Sand Tailings*. *Thermochimica Acta* Vol. 273: 103-111.

Riveros, P.A., Molnar, R. et Basa, F. 1996. *Treatment of a High Cyanide Waste Solution for Cyanide and Metal Recovery*. *CIM Bulletin* Vol. 89 (No. 998): 153-156.

#### Articles acceptés pour publication

Aota, J., Morin, L., Mikhail, S.A. et Chen, T.T. *Stabilization of Stainless Steel EAF Dust by Vitrification* [Accepté pour publication dans le Canadian Metallurgical Quarterly on Waste Processing and Recycling in Mineral and Metallurgical Industries, août, 1996.] Décembre 1995. Rapport n° MSL 95-53 (OP et J).

Dutrizac, J. *Mineralogical Characterization of Anode Slimes: Part 10 - Tellurium in Raw Anode Slimes*. [Accepté pour publication dans le Canadian Metallurgical Quarterly.] Mars 1995, Rapport n° MSL 95-20 (J).

Dutrizac, J. *The Iron Control Problem in Zinc Hydrometallurgy and Possible Solutions*. [Accepté pour publication dans Acta Metallurgica Slovaca.] Janvier 1996, Rapport n° MMSL 96-02 (J).

Haque, K.E. et MacKinnon, D.J. *The Halide Mediated Electro Oxidation of Ammonia, Cyanide, Cyanate and Thiocyanate in Mine/Mill Waste Waters*. [Accepté pour publication dans le Bulletin du CIM, édition d'été, 1996.] Rapport n° MSL 95-34 (J).

Mikhail, S.A., Turcotte, A.M. et Aota, J. *Thermoanalytical Study of EAF Dust and Its Vitrification Product*. [Accepté pour publication dans Thermochimica Acta.]

Riveros, P.A. et Dutrizac, J.E. *Regeneration of Spent Phosphoric Acid Leaching Solution by Solvent Extraction*. [Accepté pour publication dans le Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review.] Mars 1996, Rapport n° MMSL 96-12 (J).

Skeaff, J. *Environmental Initiatives of Interest to the Canadian Minerals and Metals Industries*. [Accepté pour publication dans le CIM Bulletin, avril 1996.] Rapport n° MSL 96-07 (J).

#### 2. Comptes rendus de conférences

Aota, J., Morin, L., Mikhail, S.A., Chen, T.T. et Liang, D.T. *Immobilization of Hazardous Elements in EAF Dust by Vitrification Process*. Dans : *Proceedings of the International Symposium on Waste Processing and Recycling in Mineral and Metallurgical Industries II*. 20-24 août 1995, Vancouver (C.-B.) pp. 335-349.

Béchar, G., McCready, R.G.L., Koren, D.W. et Rajan, S. *Microbial Treatment of Acid Mine Drainage at Halifax International Airport*. Dans : Proceedings of Sudbury '95 - Mining and the Environment. Vol. II. 28 mai - 1<sup>er</sup> juin 1995, Sudbury (Ontario). pp. 545-554.

Chen, T.T. et Dutrizac, J. *The Mineralogical Behaviour of Tellurium During Copper Electrorefining*. Dans : Proceedings of COPPER '95 - COBRE 95 International Conference. The Metallurgical Society of CIM Vol. III - Electrorefining and Hydrometallurgy of Copper. 26-29 novembre 1995, Santiago, Chili. pp. 207-224.

Demopoulos, G.P., Zinck, J.M. et Kondos, P.D. *Production of Super-Dense Sludges With a Novel Neutralization Process*. Dans : Proceedings of the International Symposium on Waste Processing and Recycling in Mineral and Metallurgical Industries II. 20-24 août 1995, Vancouver (C.-B.) pp. 401-411.

Strack, J.T., Balbaa, I.S., Barber, B.T., Haque, K., Buckingham, L., Lupton, W., Neilson, E. et Von Beckmann, J. *New Microwave Kiln Lowers Carbon Regeneration Costs*. Dans : Proceedings of the 28th Annual Canadian Mineral Processors Meeting. 23-25 janvier 1996, Ottawa, Canada. pp. 113-125.

Strack, J.T., Balbaa, I.S., Barber, B.T., Haque, K., Buckingham, L., Lupton, W., Neilson, E. et Von Beckmann, J. *Microwave Kiln Regenerates Activated Carbon Better*. Dans : Proceedings of the 30th International Microwave and Power Institute Symposium. 9-12 juillet 1995, Denver, Co., É.-U. pp. 86-89.

Liang, D.T., King, P., McMillen, L. et Currie, J. *Control of NO<sub>x</sub> and SO<sub>x</sub> Emissions Using Metallurgical Process By-Products*. Dans : Proceedings of the International Symposium on Waste Processing and Recycling in Mineral and Metallurgical Industries II. 20-24 août 1995, Vancouver (C.-B.) pp. 491-506.

Lortie, B., vanHuysteen, E. et Landriault, Y. *Practical Applications of GIS to Mine Environmental Studies*. Dans : Proceedings of Sudbury '95 - Mining and the Environment. Vol. III. 28 mai - 1<sup>er</sup> juin 1995, Sudbury (Ontario). pp. 1151-1160.

Riveros, P.A. *Applications of Ion Exchangers to the Treatment of Acid Mine Drainage*. Dans : Proceedings of Sudbury '95 - Mining and the Environment. Vol. II. 28 mai - 1<sup>er</sup> juin 1995, Sudbury (Ontario). pp. 441-449.

Rodrigue, D., Mailhiot, K., Hynes, T.P. et Wilson, L.J. *Aquatic Effects Monitoring in the Mining Industry: Review of Appropriate Technologies*. Dans : Proceedings of Sudbury '95 - Mining and the Environment. Vol. II. 28 mai - 1<sup>er</sup> juin 1995, Sudbury (Ontario). pp. 813-819.

Stichbury, M., Béchar, G., Lortie, L. et Gould, W.D. *Use of Inhibitors to Prevent Acid Mine Drainage*. Dans : Proceedings of Sudbury '95 - Mining and the Environment. Vol. II. 28 mai - 1<sup>er</sup> juin 1995, Sudbury (Ontario). pp. 613-622.

Wilson, L.J. *Leach Test Protocols for Slags*. Dans : Proceedings of Sudbury '95 - Mining and the Environment. Vol. I. 28 mai - 1<sup>er</sup> juin 1995, Sudbury (Ontario). pp. 89-98.

### 3. Brevets

McCready, R.G.L., Gould, W.D. et Salley, J. 1995. *Biorecovery of Selenium*. Brevet canadien en instance (Demande # 580,256).

Tan, K.G. et Dinardo, O. 1995. *Hydrometallurgical Silver Refining*. Brevet canadien 1,323,763 (Brevet américain # 5,135,624).

Gould, W.D., Lortie, L. et Béchar, G. 1996. *Method for Inhibiting the Formation of Acid Mine Drainage*. Brevet américain en instance (Demande # 08/522,450).

Aota, J., Mathieu, G. et Huard, Y. *Preparation of Refractory Materials From Asbestos Tailings*. Brevet américain # 5,463,408 et # 5,374,593. Brevet canadien en instance (Demande # 2,130,330).

### 4. Livres et chapitres de livres

Lortie, L., Gould, W.D. et Stichbury, M. (Dir.) 1995. *Proceedings of the Twelfth Annual General Meeting of BIOMINET. Biotechnology and Fuel Applications*. 9 novembre 1995, Calgary (Alberta) Canada. Rapport de RNCAN n° SP 96-1.

Hynes, T.P. et Blanchette, M.C. (Dir.) 1995. *Proceedings of Sudbury '95 - Mining and the Environment*. 28 mai - 1<sup>er</sup> juin 1995, Sudbury (Ontario) Canada. 3 volumes. CANMET, Ottawa.

Rao, S.R., Amaratunga, L.M., Richards, G.G. et Kondos, P.D. (Dir.) 1995. *Proceedings of the International Symposium on Waste Processing and Recycling in Mineral and Metallurgical Industries II*. 20-24 août 1995. Vancouver (C.-B.).

## 5. Rapports ministériels

### 5.A. Rapports de CANMET à l'intention de clients externes

Deschênes, G., Kondos, P.D., Caron, S., Riveros, P.A., Cienski, T., Putz, A., Haque, K.E. et Morrison, R.M. 50782 - *The Second Survey of Gold Cyanidation Plants*. Préparé pour le Consortium. Avril 1995. Rapport n° MSL 95-14 (CR).

Tan, K.G., Molnar, R.E. et MSL Staff. 50664 - *Ammonia Control Consortium - Pilot Campaign Results and Final Report*. Préparé pour le Consortium. Avril 1995. Rapport n° MSL 95-17 (CR).

Koren, D.W., Prud'homme, P.J.A. et Bédard, P.L. 51046 - *Investigations of Leach Test Protocols for Slags*. Préparé pour INCO Limitée au nom du Consortium sur la lixiviation des scories. Juin 1995. Rapport n° MSL 95-19 (CR).

Chen, T.T. et Dutrizac, J.E. 51138 - *Mineralogical Examination of the Cathode Nodules Produced During Copper Electrorefining*. Préparé pour le Centre de technologie Noranda. Mai 1995. Rapport n° MSL 95-20 (CR). Déclassifié 19/05/95.

Kondos, P.D. et Griffith, W.F. 51063 - *Lead Nitrate and Oxygen Effects in the Cyanidation of Mine Doyon Gold Ore*. Préparé pour Barrick Gold Corp. (La Mine Doyon) et Cambior (Usine Yvan-Vézina). Juillet 1995. Rapport n° MSL 95-30 (CR).

Dubreuil, A. et Skeaff, J. 51054 - *Sensor for Continuous Determination of Oxygen in Molten Copper and Matte*. Préparé pour Falconbridge Limitée, Kidd Creek Division. Juillet 1995. Rapport n° MSL 95-31 (CR). Déclassifié 03/08/98.

Quon, D., Maffei, N., Aota, J. et Kuriakose, A.K. 51105 - *The Development and Characterization of Single Crystal Bismuth Germanate Materials in a Microgravity Environment Using a Float Zone Technique*. Préparé pour l'Agence spatiale canadienne. Rapport n° MSL 95-33 (CR). Déclassifié 17/08/96.

Chen, T.T. et Dutrizac, J.E. 51150 - *Characterization of Sticky Zinc Deposits*. Préparé pour Falconbridge Ltée - Division Kidd Creek. Août 1995. Rapport n° MSL 95-38 (CR). Déclassifié 25/08/98.

Liang, D., Lau, I. et King, P. 50693 - *Testing Method for Limestone as Sorbent in Dry Injection for PF Boilers*. Préparé pour l'Association canadienne d'électricité. Rapport n° MSL 95-39 (CR).

Kondos, P.D. et Griffith, W.F. 51104 - *Auriferous Sulphide Oxidation With Air. Supplementary Test*. Préparé pour Dr. D. Paskovich. Septembre 1995. Rapport n° MSL 95-41 (CR). Déclassifié 06/10/98.

MacLeod, A. 50987 - *Chemical and Microbiological Investigation for the Stress Corrosion Cracking Consortium*. Octobre 1995. Rapport n° 95-42 (CR).

Haque, K.E. et Griffith, W. 51148 - *Alkaline Cyanide Leaching of EMR Calcine 1*. Préparé pour EMR Microwave Technologies. Rapport n° MSL 95-47 (CR). Déclassifié 09/11/98.

Aota, J., Morin, L., Mikhail, S.A. et Chen, T.T. 51114 - *Vitrification of Stainless Steel EAF Dust*. Préparé pour Atlas Stainless Steels. Novembre 1995. Rapport n° MSL 95-48 (CR). Déclassifié 23/11/98.

Haque, K.E., Dinardo, O., Lortie, L., Graham, J. et Salley, J. 51107 - *Oxidation of Arosurf MG-83 and DA-17*. Préparé pour la Compagnie minière IOC. Novembre 1995. Rapport n° MSL 95-51 (CR). Déclassifié 11/12/98.

Gould, D., Lortie, L. et Chalykoff, C. 51078 - *Microbiology of Porous Reactive Walls Used for the Treatment of Acid Mine Drainage*. Préparé pour la University of Waterloo. Novembre 1995. Rapport n° MSL 95-52 (CR). Déclassifié 08/12/98.

Chen, T.T. et Dutrizac, J.E. 51169 - *A Mineralogical Study of Nodulated CCR Copper Starter Sheets*. Préparé pour le Centre de technologie Noranda. Décembre 1995. Rapport n° MSL 95-54 (CR). Déclassifié 20/12/95.

Lortie, L., Tan, G. et Bédard, P. 51176 - *Characterization of Thiosalts Formation and Degradation at Heath Steele: Phase 1 - Pond Sampling, Characterization and Biooxidation of Thiosalts*. Préparé pour Heath Steele Mines. Mars 1996. Rapport n° MMSL 96-09 (CR).

Haque, K.E. et Dauphin, P. 51208 - *Potential Applications and Market Assessment in North America for Microwave Applications in the Mining Industry*. Préparé pour Ontario Hydro Technologies. Mars 1996. Rapport n° MMSL 96-13 (CR).

Chen, T.T. et Dutrizac, J.E. 50960 - *Mineralogical Examination of Copper Anode Nodules from the Kidd Creek Copper Refinery*. Préparé pour Falconbridge Limitée - Division Kidd Creek. Février 1996. Rapport n° MMSL 96-15 (CR).

King, P. et Liang, D. 51183 - *NO<sub>x</sub> Reduction Properties of the Waste Oxides from QIT Operations: An Experimental Investigation*. Préparé pour QIT-Fer et Titane Inc. Mars 1996. Rapport n° MMSL 96-18 (CR).

Gould, W.D., Lortie, L., Chalykoff, C. et Koren, D.W. 51166 - *Optimization of Copper Heap Bioleaching*. Préparé pour Rio Algom Ltée. Mars 1996. Rapport n° MMSL 96-20 (CR).

Aota, J., Morin, L. et Chen, T.T. 50836 - *Corrosion Resistance of Chrome-Alumina Refractory to Prince Coal Slag Under Reducing Atmosphere*. Préparé pour le Canadian Coal Gasification R&D Consortium. Rapport compilé par E. Furimsky, LRE, CANMET. Décembre 1995. Rapport n° ERL 95-50 (CF).

Ramsingh, R.R., Shebata, M.T., Revie, R.W. et Lortie, L. *Failure Analysis of Split-Set Rockbolt from Joe Mann Mine*. Juin 1995. Rapport MTL n° 95-10 (CF).

Ramsingh, R.R., Revie, R.W., Lortie, L., MacLeod, A. et Jackman, J.A. *Mine Corrosivity Assessment - Task 2 Report. Laboratory Analysis of Eight Alloys in Selected Mine Waters*. Octobre, 1995. Rapport MTL n° 95-39 (CF).

### 5.B. Rapports internes

Shimano, D., Laforest, D., Friedrich, P. et Prud'homme, P. *Characterization of Sulphide Tailings for the Study of Acid Mine Drainage*. Août 1995. Rapport n° 94-31 (FT).

Jagannathan, A.B. et Koren, D. *Screening of Biopolymers for the Purpose of Flocculation*. Mai 1995. Rapport n° 95-23 (ITR).

Riveros, P., Wong, E.W., MacKinnon, D.J., Haque, K.E., Giziewicz, E.A. et Kondor, P.D. *Chloride Mediated Electro-Oxidation of Cyanide*. Septembre 1995. Rapport n° MSL 95-49 (ITR).

MacLeod, A. et Rajan, S. *Chemical and Microbial Characterization of Two Canadian Soils Associated with Pipelines that Possessed Stress Corrosion Cracking*. Février 1996. Rapport n° MSL 95-74 (ITR).

MacLeod, F.A. *Literature Review on Metallurgical Factors Influencing Microbiologically Influenced Corrosion*. Mars 1996. Rapport n° 96-07 (ITR).

### 5.C. Rapports techniques

Aota, J., Morin, L., Mikhail, S. et Chen, T. *Stabilization of EAF Dust by Vitrification Process*. Rapport n° MSL 95-17 (OP et J).

Dutrizac, J., Hardy, D. et Chen, T. *Behaviour of Cadmium During Jarosite Precipitation*. Rapport n° MSL 95-18 (J).

Chen, T. et Dutrizac, J. *Mineralogical Characterization of Anode Slimes: Part 11 - Tellurium in Pressure Leached Anode Slimes*. Avril 1995. Rapport n° MSL 95-21 (J).

Zinck, J., Kondos, P.D., Van Huyssteen, E. et Demopoulos, G.P. *An Investigation into the Hydrolytic Precipitation of Fe(III) from Sulphate-Bearing Effluents. Part I: Homogenous Precipitation*. Rapport n° MSL 95-30 (J).

Zinck, J., Kondos, P.D., Van Huyssteen, E. et Demopoulos, G.P. 1995. *An Investigation into the Hydrolytic Precipitation of Fe(III) from Sulphate-Bearing Effluents. Part II: Heterogenous Precipitation*. Rapport n° MSL 95-31 (J).



Skeaff, J. et Dubreuil, A. 1995. *Calculated Trace Metal Emission Factors of As, Cd, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Se and Zn for Canadian Non-Ferrous Smelters*. Septembre, 1995. Rapport n° MSL 95-40 (J).

Dutrizac, J. 1995. *The Effect of Seeding on the Rate of Precipitation of Ammonium Jarosite and Sodium Jarosite*. Août 1995. Rapport n° MSL 95-43 (J).

Hamer, C.A., Putz, A., Mikhail, S.A., Wilson, J.M.D., Razbin, V. et Raicevic, M. 1995. *Heavy Mineral Recovery from Syncrude and Suncor Centrifuge Plant Tailings*. Progress Report No. 1. Septembre 1995. Rapport n° MSL 95-47 (IR).

Mikhail, S.A. et Turcotte, A.M. 1995. *Comparison of the Thermal Behaviour of Nickel Hydroxide Powders from Different Sources*. Préparé pour INCO/LTM/LSM. Novembre 1995. Rapport n° MSL 95-51 (TR).

Paktunc, D. et Skeaff, J. 1995. *Mineralogical Analysis of Arsenic-Bearing Mill Scale*. Décembre 1995. Rapport n° MSL 95-52 (TR).

Mikhail, S.A. et Turcotte, A.M. 1996. *The Melting Behavior of Carbon Steels From Different Origins*. Préparé pour Steel Industry/LTM. Février 1996. Rapport n° MMSL 96-04 (TR-CF).

Chen, T. et Dutrizac, J. 1996. *Mineralogical Study of Jarofix Products for the Stabilization of Zinc Industry Iron Residues*. Présenté au Second International Symposium on Extraction and Processing, Rapport n° 96-05 (OP et J).

Skeaff, J., Dubreuil, A., Mikhail, S., Boyd, B. et Sutherland, B. 1996. *Detailed Comments on: Apogee Research. Phase I: Report to the Issue Table. Steel Manufacturing Sector Strategic Options Report*. Mars 1996. Rapport n° MSL 96-08 (TR).

Collins, L.E., Essadiqi, E., Mikhail, S.A., Pint, P. et Too, J. CANMET Steel Technology Program, Annual Review. Rapport divisionnel n° MTL 95-06 (TR).

## 6. Contrats du MAS - Rapports définitifs

Cinola Gold Acid Mine Drainage Project - Year 3 (MDA). Entrepreneur : Norecol Environmental. Contrat MAS n° 23440-2 9271. Responsable scientifique : E. Van Huyssteen, 1995.

Evaporation Studies at Mine Sites in the Northwest Territories Using Stable Isotope Techniques: Year 3. Entrepreneur : T.W.D. Edwards, University of Waterloo. Contrat MAS n° 23440-3-9305. Responsable scientifique : K.E. Haque, 1995.

Tailings Waste Water Management Guidelines and Water Balance Model. Entrepreneur : Golder Associates Ltd. et RNCAN. Contrat MAS n° 23440-4-1043. Responsable scientifique : K.E. Haque. Avril 1995.

Microwave Smelting of Low Rank Coal and Oxide Minerals. Entrepreneur : Alberta Research Council et RNCAN. Contrat MAS n° 23440-4-1113. Responsable scientifique : K.E. Haque. Avril 1995.

Review of In-Pit Disposal Practices for the Prevention of Acid Drainage - Case Studies. Entrepreneur : Senes Consultants. Contrat MAS n° 23440-4-1135. Responsables scientifiques : G.A. Tremblay et K.G. Tan. Décembre 1995.

Heavy Mineral Recovery from Syncrude and Suncor Centrifuge Plant Tailings. Entrepreneur : H.A. Simons Engineering; Contributions by Minortek, R. McCosh, TMCL Engineering, University of Alberta, Sherritt, Syncrude, Suncor and CANMET. Contrat MAS n° 23440-4 1157. Responsable scientifique : K.G. Tan. Décembre 1995.

Evaluation of the Potential for Biotechnology in the Canadian Mining Industry. Entrepreneurs : R.W. Lawrence et R. Poulin, University of British Columbia. Préparé pour Industrie Canada, Direction de la biotechnologie, Contrat n° HQ667HMB-4-0707 et CANMET, RNCAN. Contrat MAS n° 23440-4-1163. Responsables scientifiques : M. Kalin, Boojum Research, et G. Béchard, CANMET. Rapport CANMET 95-029 (R), mai 1995.

Amelioration of Acid Mine Drainage Utilizing an Incorporated Peat Wood Waste Admixture. Entrepreneur : W. Chesworth, University of Guelph. Contrat MAS n° 23440-4-1193. Responsable scientifique : K.E. Haque, 1996.



*Porous Reactive Walls for Treatment of Acid Mine Drainage Transition to Full-Scale Treatment.* Entrepreneur : D.W. Blowes et S.G. Benner, University of Waterloo. Contrat MAS n° 23440-4-1354. Responsable scientifique : G. Béchard, CANMET. Septembre 1995.

*Cattle Grazing Molybdenum Enriched Forage at Brenda Mines.* Entrepreneur : Brenda Mines and B.C. Cattlemen Association. Contrat MAS n° 23440-4-1424. Responsable scientifique : O. Dinardo. Juin 1995.

*Evaluation of Commercial Diamond Recovery by Selective Adsorption Process.* Entrepreneur : Envi-Tech. Inc. Contrat MAS n° 23440-5 100. Responsable scientifique : K.E. Haque, 1996.

*Engineering Design and Preliminary Feasibility of Envi-Tech Adsorbent Technology for Recovery of Gold Fines.* Entrepreneur : A.A. Turak, TMCL Engineering. Contrat MAS n° 23440-5-1003. Responsable scientifique : P.D. Kondos. Mars 1996.

*Controlling Factors in the Production of Extracellular Polysaccharides in Phytoplankton.* Entrepreneur : M. Kalin et M. Olaveson, Boojum Research. Préparé pour Industrie Canada, Direction de la biotechnologie. Contrat MAS n° 23440-5-1136. Responsable scientifique : D. Koren, CANMET. Mars 1996.

*Literature Review on the Techniques of Sonar Profiling and Grid Sampling. Using a Grab Sampler for the Identification and Mapping of Lake Sediment Facies for Environmental Effects Monitoring.* Entrepreneur : Stephanie Phaneuf. Préparé pour le Programmes d'évaluation des techniques de mesure d'impacts en milieu aquatique. AETE Project 3.2.1. Responsable scientifique : D. Rodrigue, CANMET. Août 1995.

*Review of Artificial Substrates for Benthos Sample Collection.* Entrepreneur : Golder Associates Ltd. Préparé pour le Programme d'évaluation des techniques de mesure d'impacts en milieu aquatique. AETE Project 2.1.1. Parrainé par CANMET and l'Association minière du Canada. Responsable scientifique : K. Mailhot, CANMET. Juin 1995.

*Demonstration of Auto Shredder Residue as a Day Cover Material for Municipal Landfills.* Entrepreneur : M. Day, Conseil national de recherche du Canada. Préparé

pour CANMET, Canadian Association of Recycling Industries, Institute of Scrap Recycling Industries et Vehicle Recycling Partnership. Responsable scientifique : D. Liang. Mai 1995.

## 7. Publications en sciences douces

Chalykoff, C. (Dir.) *BIOMINET Newsletter*, CANMET, NRCan.  
News from BIOMINET n° 31 (avril), 1995  
News from BIOMINET n° 32 (août), 1995  
News from BIOMINET n° 33 (décembre), 1995

## 8. Évaluations techniques

UBBS 18A (Brenk Systemplanung). 1995. *Grundsatzentscheidung über die Sanierung der IAA Helmsdorf am Standort Crossen.* [Multi-author assessment of plans to decommission a 200 ha site (uranium mill tailings) in Saxony, Germany.] Préparé pour le BMU (German Federal Ministry of the Environment). Préparé par : K.G. Tan et W.G. Feasby. Octobre 1995.

UBBS 43 (Brenk Systemplanung). 1995. *Stellungnahme zum Haldenbohrprogramm für den Standort Ronneburg und zur Bewertung der Untersuchungsergebnisse durch die WISMUT GmbH.* [Multi-author evaluation of heap characterization and data interpretation work at a uranium open-pit site in Thuringia, Germany.] Préparé pour le BMU (German Federal Ministry of the Environment). Préparé par K.G. Tan. Août 1995.

UBBS 44A (Brenk Systemplanung). 1996. *Grundsatzentscheidung über die Sanierung der Absetzanlagen und Halden am Standort Seelingstädt.* [Multi-author assessment of plans for decommissioning a 300 ha site (uranium waste heaps, former open pits and mill tailings) in Thuringia, Germany.] Préparé pour le BMU (German Federal Ministry of the Environment). Préparé par K.G. Tan et W.G. Feasby. Janvier 1996.

UBBS 60 (Brenk Systemplanung). 1996. *Erstbewertung der Ergänzung zum Verfüllkonzept für den Tagebau Lichtenberg (Stand 9/95) - WISMUT GmbH, Chemnitz, 14.12.1995.* [Multi-author preliminary assessment of remediation plans for a 5,000 ha site of uranium wastes (mine workings, waste heaps, open pit and

plant complex) in Thuringia, Germany.] Préparé pour le TMUL (Thuringia Ministry of the Environment). Préparé par K.G. Tan. Janvier 1996.

UBBS 67 (Brenk Systemplanung). 1996. *Stellungnahme zur Präzisierung der Einbauarbeiten zur Jahresscheibe 1995 - WISMUT GmbH, Chemnitz, 14.09.1995.* [Multi-author assessment of annual permit application for backfill of a 160 ha uranium open pit in Thuringia, Germany.] Préparé pour le TMUL (Thuringia Ministry of the Environment). Préparé par K.G. Tan. Février 1996.

## B. LABORATOIRES MINIERS

### Santé et sécurité

Bétournay, M.C. *Are Old Mines Safe?* Canadian Mining Journal. 1996 Sourcebook. pp. 6-8. 1996.

Vance, J.B., Walmsley, J.R. et Bétournay, M.C. *Inactive Mines Database.* Dans : Proceedings of Sudbury '95: Mining and the Environment Symposium. Sudbury. pp. 969-978; 1995.

Hardcastle, S.G. *3D-CANMET: An Interactive Mine Ventilation Simulator.* Dans : Proceedings of the 7th U.S. Mine Ventilation Symposium. Lexington. pp. 467-472; 1995.

Hardcastle, S.G. *An Integrated Mine Ventilation Management System.* Dans : Proceedings of the 3rd Canadian Conference on Computer Applications in the Mineral Industry. Montréal. 1995.

Cain, P. *A Summary of Canadian Research into Sandstone/Gas Outbursts.* Dans : Proceedings of the 26th International Conference of Safety in Mines Research Institutes. Katowice. 1995.

Payne, D.A. et DeMarco, M. *Vertical Stress Redistribution Around a Retreating Longwall Face End.* Dans : Proceedings of the 14th International Conference on Ground Control in Mining. Morgantown. 1995.

Corbett, G.R. et Payne, D.A. *Improved Intersection Design and Monitoring in the Sydney Coal Field.* Dans : Proceedings of the 14th Conference on Ground Control in Mining. Morgantown. 1995.

Lau, J., Gorski, B. et Jackson, R. *The Effects of Temperature and Water Saturation on Mechanical Properties of Lac du Bonnet Pink Granite.* Dans : Proceedings of the 8th ISRM Congress on Rock Mechanics. Tokyo. 1995.

Rochon, P., Lebel, D., Plouffe, M. et Côté, M. *Rockburst Phenomenon Data Acquisition and Analysis Using Multi-Tasking and Multi-User Operating Systems.* Dans : 3<sup>e</sup> Conférence canadienne sur les applications informatiques dans l'industrie minière (CAMI 95). Montréal. 1995.

Talebi, S., Pritchard, C. et Mottahed, P. *Rockburst Monitoring in Mining Camps of Ontario and Quebec Using the CANMET Digital Seismograph Network.* Dans : Proceedings of the 97th Annual General Meeting of CIM. Halifax. 1995.

Talebi, S. et Mottahed, P. *Investigation of Seismicity in a Hard Rock Mine.* Dans : Proceedings of the XXI General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics. Boulder. p. A366. 1995.

Talebi, S., Mottahed, P. et Plouffe, M. *Overview of Mine-Induced Seismicity Research at CANMET.* Dans : Proceedings of the Canadian Geophysical Union Meeting. Banff. 1995.

Vance, J.B., Walmsley, J.R. and Bétournay, M.C. *Application of the Inactive Mines Database.* Dans : Proceedings of the 3rd Canadian Conference on Computer Applications in the Mineral Industry. Montréal. pp. 380-389. 1995.

Vongpaisal, S., Mah, P. et Pakalnis, R. *The Use of 3D Numerical Modelling and Empirical Design to Develop Mining Strategies in Burst-Prone Ground.* Dans : Proceedings of the 3rd Canadian Conference on Computer Applications in the Mineral Industry. Montréal. 1995.

Wang, B., Yu, Y.S. et Vongpaisal, S. *A Case Study of Sub-Level Retreat Mining at Detour Lake Mine Using BSM Models.* Dans : Proceedings of the 2nd International Conference on Mechanics of Jointed and Faulted Rocks. Vienne. pp. 927-932. 1995.

Wang, B., Yu, Y.S. et Aston, T. *Stability Assessment of an Inactive Mine Using the Block-Spring Model*. Dans : Proceedings of the 3rd Canadian Conference on Computer Applications in the Mineral Industry. Montréal. 1995.

Yu, Y.S., Vongpaisal, S. et Harvey, A. *A Case Study of Ground Stability Assessment for Rockburst Control*. Dans : Proceedings of CCMRI - International Mining Tech '95: Rock Mechanics and Strata Control in Mining and Geotechnical Engineering Application. Beijing. 1995.

Forrester, D.J., Courtney, R., Forgeron, S., Steward, J. et Hart, S. *Seafloor Mining Subsidence in the Sydney Coal Field*. Dans : Proceedings of the 97th CIM Annual General Meeting. Halifax. 1995.

Bétournay, M.C. et Mitri, H.S. *Evaluation of Numerical Modelling for Design of Shallow Slopes of Hard Rock Mines*. Dans : Proceedings of the 3rd Canadian Conference on Computer Applications in the Mineral Industry. Montréal. 1995.

Udd, J.E. *A Report on the Safety in Mines Research Institutes*. Dans : Proceedings of the 26th International Conference on Safety in Mines Research Institutes. CIM Bulletin. Pologne. 1996.

Hardcastle, S., Gangal, M., Udd, J., Grenier, M. et Klinowski, G. *Mine Ventilation Optimization and Automation*. Dans : Proceedings of the 26th International Conference of Safety in Mines Research Institutes, Central Mining Institute. Pologne. 1995.

Udd, J.E. *Health and Safety Research in the Mining Research Laboratories of CANMET, Natural Resources Canada*. Dans : Proceedings of the 26th International Conference of Safety in Mines Research Institutes, Central Mining Institute. Pologne. 1995.

### **Mécanisation et automatisation des mines**

Laflamme, M. *Foreuses hydrauliques actionnées à l'eau*. Dans : Proceedings of the 9th CIM Operators' Conference. Val-d'Or. 1995.

Morin, M.D. *Vérification d'un système de freinage d'un treuil*. Dans : Proceedings of the 9th CIM Operators' Conference. Val-d'Or. 1995.

### **Aperçu technologique**

Forrester, D.J. *Recent Research Directions at CANMET's Cape Breton Coal Research Laboratory*. Dans : Proceedings of the 9th CIM Annual General Meeting. Halifax. 1995.

Udd, J.E. *The Canadian Mining Industry Responds to the Challenges of Remaining Competitive in Today's International Marketplace* - 91. 1995.

Udd, J.E. *The CIM Survey of Graduates in Minerals Engineering and Technology Programs in 1994*. CIM Bulletin Vol. 89 (no 998): pp. 37-39. 1996.

### **Conception des mines**

Vongpaisal, S., Su, Y.L. et Smith, H.A. *Development of a Knowledge-Based Automatic Stope Scheduling Model*. Dans : Proceedings of the 3rd Canadian Conference on Computer Applications in the Mineral Industry. Montréal. 1995.

Vongpaisal, S., Pakalnis, R. et Poulin, R. *Quantifying Dilution for Underground Mine Operations*. Dans : Proceedings of the 97th CIM Annual General Meeting. Halifax. 1995.

Yu, Y.S., Wang, B. et Bétournay, M.C. *VISROCK: A Two-Dimensional Finite Element Package for Elasto-Viscoplastic Analysis for Soft Rock Mining Applications*. Dans: Proceedings of the Rock Mechanics and Ground Control in Soft Rock and Coal Industries; Paper No. 11. A Soft Rock and Coal Engineering Sub-Committee of Rock Mechanics and Strata Control Committee of CIM. Sydney. 1995.

### **Rapports spéciaux (SP)**

Jackson, R., Gorski, B. et Gyenge, M. *Geotechnical Properties of Rock - A Data Base of Physical Properties of Canadian Rock Including Both Intact and Residual Strengths*. SP 95-1E.

Jackson, R., Gorski, B. et Gyenge, M. *Propriétés géotechniques des roches - Base de données sur les propriétés physiques des roches du Canada incluant les résistances intrinsèque et résiduelle*. SP 95-1F.

## Rapports de laboratoire

### Abréviations :

(TR) Rapports techniques (OP) Présentations orales  
(J) Revues (OP et J) Présentation orale/Compte rendu  
(INT) Rapports internes (CF) Rapports confidentiels et  
(LS) Recherche bibliographique.

Vongpaisal, S. Permafrost - A Geomechanic Knowledge Base. 95-001 (TR).

Beghoul, N. et al. Effect of the Attenuation on the Seismic Parameters. The Apparent Stress as a Robust Tool to Constrain the Seismic Stress Release. 95-002 (TR).

Udd, J. Health and Safety Research in the Mining Research Laboratories of CANMET, Ministère des ressources naturelles. 95-003 (OP).

Liu, Q. Analysis of Fuel Oil Content in ANFO Products. 95-004 (TR).

Grenier, M. et Butler, K. Comparison of a Pneumatic and Hydraulic Jack-Leg Drill - Mineral and Oil Mist Production. 95-005 (CF).

Geller, L., Leung, K. et Kitzinger, F. Computerized Operational Control of an Electro-Magnetic Wire Rope Tester. 95-006 (TR).

Payne, D. Anhydrite Packing in Coal Mines: Field Trial at Phalen Colliery. 95-007 (TR).

Payne, D. Anhydrite Packing in Coal Mines: Field Trials at Lingan Colliery. 95-008 (TR).

Moffette, M. et Laflamme, M. A Comparative Study on the Installation of Polymer and Steel Screen. 95-009 (TR) E.

Moffette, M. et Laflamme, M. Installation de grillages en polymère et en acier : étude comparative. 95-009 (TR) F.

Bétournay, M. 1995 E.C.-CANMET-USBM Information Exchange - Joint Workshop on Mining and Minerals, Metals and Waste Processing. Summary of Mining-Related Presentations. 95-010 (INT).

Yu, Y., Vongpaisal, S., Harvey, A. et Lacroix, R. A Case Study of Ground Stability Assessment for Rockburst Control at Sigma Mine, Québec, Canada. 95-011 (OP et J).

Laflamme, M. Développement d'équipements, automatisation et robotique minière. Activités 1994-1995. Programmation 1995-1996. 95-012 (CF).

Plouffe, M. Programme québécois de recherche sur les coups de toit. Description du Programme. Activités 1993-1994. Activités 1994-1995. Programmation 1995-1996. 95-013 (CF).

Liu, Q. Estimation of the Dynamic Pressures Around a Fully Loaded Blasthole. 95-014 (TR).

Payne, D., Gallant, W. et O'Leary, S. Cable Bolt Trial at Phalen Colliery. 95-015 (TR).

Dainty, D. et Gangal, M. Procedures for Diesel Engine and Exhaust Treatment Device Approval for Non-Coal, Non-Gassy Mines in Canada. (disponible en anglais et en français) 95-016 (TR).

Cain, P. Visit Report: Fifth International Mine Water Congress, Nottingham, U.K., 18-23 septembre 1994. 95-017 (INT).

Gaudreau, D., Côté, M. et Plouffe, M. Rétro-analyse du chantier 2802E2A de la mine Sigma. 95-018 (TR).

Labrie, D., Gyenge, M. et Jackson, R. Champs de contrainte et zones de rupture autour des excavations - 1. Analyse d'un cas simple en deux dimensions. 95-019 (TR) Français.

Labrie, D., Gyenge, M. et Jackson, R. Stress Field and Failure Zones Around Underground Openings 1. Solution of a Simple Case in Two Dimensions. 95-019 (TR) Anglais.

Responsable scientifique : S. Talebi (Ph. D.) Development and Evaluation of the Queen's-MIROC Portable High Frequency Microseismic Monitor (FINAL SUBMISSION). Queen's University, Department of Mining Engineering, High Frequency Microseismic Project. 95-020 (Canada / Ontario - MDA).

Herget, G. Selection of Ground Control Instrumentation for Potash, Coal and Hardrock. 95-021 (OP et J).

Munro, K. (étudiant) A Large Scale Creep Test Performed on Granite Using an 18 mn Compression Testing Machine. 95-022 (INT).



Hardcastle, S., Gangal, M., Udd, J., Grenier, M. et Klinowski, G. *Mine Ventilation Optimization and Automation*. 95-023 (J).

Cain, P. *A Summary of Canadian Research into Sandstone/Gas Outbursts*. 95-024 (OP et J).

Responsable scientifique : Y. Yu *Development of AutoCAD to Mine Designer Conversion Utility for the Inactive Mine Sites Project - Final Report*. 95-025 (Canada / Ontario - MDA).

Responsable scientifique : R.T. Blake *Technology Transfer of Design of Support for Underground Hardrock Mines*. Mars 1995. 95-026 (Canada NODA).

Luhowy, D., Butler, K. et Grenier, M. *Calibration of Siemens D5000 Diffractometer for Quantitative Analysis of Silica Dust on Silver Membrane Filters*. 95-027 (INT).

Responsable scientifique : E. Leung *Development of a Prototype Emergency Radio Communications System for Underground Mines - Final Engineering Report*. Petrie Telecommunications Ltd. Janvier 1995. 95-028 (Canada / NODA).

Wang, B., Yu, Y. et Aston, T. *Stability Assessment of an Inactive Mine Using the Block-Spring Model*. 95-029 (TR).

Responsables scientifiques : J. Bigu et S. Hardcastle *Continuous Multisensor Monitoring System for Underground Uranium Mines - Final Report*. 95-030 (Canada / Sask. - MDA).

Payne, D. et De Marco, M. *Stress Redistribution Around a Retreating Longwall Face End*. 95-031 (TR).

Laflamme, M., Gaétan, R. et Godin, P. *Rapport de mission en Afrique du sud*. 95-032 (CF)(TR).

Corbett, C. et Payne, D. *Improved Intersection Design and Monitoring in the Sydney Coalfield*. 95-033 (OP et J).

Forrester, D. *Recent Research Directions at CANMET's Cape Breton Coal Research Laboratory*. 95-034 (OP et J).

Forrester, D., Courtney, R., Forgeron, S., Stewart, J. McG. et Hart, S. *Seafloor Mining Subsidence in the Sydney Coalfield*. 95-035 (OP et J).

Talebi, S., Mottahed, P. et Corbett, G. *Outburst Monitoring Using Microseismic Techniques in the Phalen Colliery, Sydney (Nouvelle Écosse), Canada*. 95-036 (J).

Lizotte, Y., Golder Associés Ltée. *Study on the Effect of Geology on the Fragmentation of Rock Excavated by Drilling and Blasting - Final Report*. Mars 1995. 95-037 (TR).

Vance, J., Walmsley, J. et Bétournay, M. *Application of the Inactive Mines Database*. 95-038 (OP et J).

S. Farrell and Associates. Responsable scientifique : D. Young *Development of a Conceptual Design for Methane Control at Phalen Mine*. For Department of Supply and Services (dossier MAS n° 025Q-23440-4-1160). 95-039 (Rapport de contrat).

Vance, J., Walmsley, J. et Bétournay, M. *Inactive Mines Database*. 95-040 (OP et J).

Liu, Q. et Proulx, R. *The Mechanisms of Rock Damage in Blasthole Open Stope Mining: Blast Induced Versus Stress Induced*. 95-041 (OP et J).

*Notes of the ADHOC Diesel Committee Meeting May 5/95 - Belts Corners Complex of CANMET/MRL near Ottawa*. Compiled by E.D. Dainty on behalf of the Canadian AdHoc Diesel Committee. 95-042 (TR).

*CBCRL/CBDC Joint Collaborative Research Program 34th Quarterly Steering Committee Meeting*. Compiled by CBCRL Steering Committee Members. 95-043 (CF).

Arjang, B. *In Situ Ground Stresses in the Abitibi Mining District*. 95-044 (J).

Responsable scientifique : D. Forrester *Assessment of Horizon Control Technology for Selective Mining in Underground Coal Mines*. 14 avril 1995. 95-045 (CR).

Responsable scientifique : D. Forrester (Ph. D.) *Evaluation of Microfossil Techniques for Phalen Seam Roof Strata*. (Part of the Program of the Federal Panel on Energy Research and Development (PERD). 31 mars 1995. 95-046 (CR) PERD.

Wang, B. *Back Analysis of Stope Stability at Detour Lake Mine - A Coupled Regression-BSM Numerical Modelling*. Research Proposal. 95-047 (TR).

Arjang, B. *Effects of Backfill in Controlling Pillar Failure Characteristics: An Experimental Study*. 95-048 (OP et J).



Hutchinson, D.J. et Diederichs, M. *Cablebolting in Underground Hard Rock Mines*. 95-049 (Canada EDNO /EMD).

Granger, D., Judge, K. et Herget, G. *Transmission Equipment Field Testing of CANMET Bells Corners Complex*. 95-050 (TR).

Lau, J.S.O., Gorski, B. et Conlon, B. *Thermo-Mechanical Properties of Low-Heat and Standard High-Performance Concretes*. 95-051 (TR).

Vongpaisal, S. *Development of Empirical Design Techniques in Burst Prone Ground at A.W. White Mine*. 95-052 (CF).

Responsable scientifique : S. Vongpaisal (Ph. D.) *Design Guidelines Sub-Level Retreat Mining Method - Final Report*. 95 053.

Gorski, B. et Conlon, B. *Strength Determinations of Falconbridge Ore Samples*. 95-054

Lau, J.S.O., Gorski, B. et Conlon, B. *Thermo-Mechanical Properties of Three Mixes of Low-Heat High-Performance Concretes and a Normal Concrete*. 95-055 (TR).

Udd, J. *26th International Conference on Safety in Mines Research Institutes*. Katowice, Pologne, septembre, 1995. 95-056 (TR).

## C. LABORATOIRE DES MATÉRIAUX, DES TRAITEMENTS ET DES SERVICES

Chen, T.T. et Dutrizac, J.E. *Mineralogical Characterization of Anode Slimes: Part 11 - Tellurium in Pressure Leached Anode Slimes*. Rapport MSL 95-021 (J).

Bowman, W.S. *Canadian Diorite Gneiss SY-4: Preparation and Certification by 39 International Laboratories*. Rapport MSL 95 025 (J).

Dutrizac, J.E. *The Effect of Seeding on the Rate of Precipitation of Ammonium Jarosite and Sodium Jarosite*. Rapport MSL 95-043 (J).

Aota, J., Morin, L., Mikhail, S.A., Chen, T.T. et Liang D.T. *Vitrification and Stabilization of EAF Dust*. Rapport MSL 95-053 (J).

Dutrizac, J.E. *The Iron Control Problem in Zinc Hydrometallurgy, and Possible Solutions*. Rapport MSL 96-002 (J).

Lastra, R., Zamalloa, M. et Utigard, T.A. *Quantitative Mineralogical Characterization of Roasted Ni-Cu Concentrates*. Rapport MSL 96-011 (J).

Cabri, L.J. *Review of "The Platinum-Group Metals, a Global Perspective"*. Rapport MSL 96-014 (J).

Leaver, M.E., Sketchley, D.A. et Bowman, W.S. *The Benefits of the Use of CCRMP's Custom Reference Materials*. Rapport MSL 95-023 (OP et J).

Kondos, P.D., Deschênes, G. et Morrison, R.M. *Process Optimization Studies in Gold Cyanidation*. Rapport MSL 95-026 (OP et J).

Pouskoupleli, G. *Effect of Microgravity on LaF<sub>3</sub>-Based Glass Crystallization*. Rapport MSL 95-037 (OP et J).

Leaver, M.E. et Bowman, W.S. *CCRMP's ARD Standard NBM-1 - Methodological Problems Encountered in the Interlaboratory Program*. Rapport MSL 95-045 (OP et J).

Cabri, L.J. et McMahon, G. *The Quantitative Determination of Sub ppm Quantities of Au and Pt in Sulfide Minerals*. Rapport MSL 95 050 (OP et J).

Petruk, W.A. *Short Course on Image Analysis with Respect to Mineral Beneficiation*. Rapport MSL 95-001 (OP).

Chen, T.T. et Dutrizac, J.E. *Mineralogical Characterization of Jarofix Products*. Rapport MSL 95-008 (OP).

Leaver, M.E., Beaudoin, R. et Bowman, W.S. *1994/95 Annual Report of the Canadian Certified Reference Materials Project*. Rapport MSL 95-033 (OP).

Graham, J.A. *Automated FIA On-Line Monitoring of Ammonia*. Rapport MSL 95-036 (OP).

Karwowska, R. *Microwave Extraction Technique - An Alternative to the Leachate Extraction Procedures Used in Solid Waste Management*. Rapport MSL 95-038 (OP).

Paktunc, D. *New Brunswick's Mafic and Ultramafic Intrusions and Their Associated Nickel-Copper Sulphide*. Rapport MSL 95-042 (OP).

Deschênes, G., Julien, M., Nadeau, C. et Wallingford, G.A. (IR) *Étude comparative de la cyanuration et de la cyanuration avec NH<sub>3</sub> sur un résidu de flottation de cuivre*. Rapport MSL 95-044 (OP).

Mikhail, S.A. *Environmental Applications of Thermal Techniques*. Rapport MSL 95-056 (OP).

Chen, T.T. et Dutrizac, J.E. *Mineralogical Study of Jarofix Products for the Stabilization of Zinc Industry Iron Residues*. Rapport MSL 96-005 (OP et J).

Szymanski, J.T. *Mineral Structure Determination, Yesterday, Today and Tomorrow*. Rapport MSL 96-010 (OP et J).

Deschênes, G., Putz, A., Cienski, T. et al. *The Second Survey of Gold Cyanidation Plants*. Rapport MSL 95-014 (CR).

Wilson, J.M.D. *Assessment of the Liberation Characteristics of Concentrator Products from Endako Mines, B.C.* Rapport MSL 95-018 (CR).

Chen, T.T. et Dutrizac, J.E. *Mineralogical Examination of the Cathode Nodules Produced During Copper Electrolysis*. Rapport MSL 95-020 (CR).

Cristovici, M.A. et Campbell, R.B. *Cold Bonding of Q.I.T. Oxide Material*. Rapport MSL 95-021 (CR).

Cabri, L.J. et Laflamme, J.H.G. *Mineralogical Characterization of Mill Products from the Red Dog Mine, Alaska*. Rapport MSL 95-023 (CR).

Deschênes, G., Julien, M. et Ghali, E. *Lixiviation souterraine de l'or du minerai Bousquet : Phase III*. Rapport MSL 95-024 (CR).

Lastra, R. et Owens, D.R. *Mineralogical Analysis of Ore Specimens from the Rare Earth Deposit of Dodgex Inc. - Part I Mineral Identities, Composition and Modes of Occurrence*. Rapport MSL 95-025 (CR).

Wilson, J.M.D. *Assessment of the Liberation Characteristics of Pilot Plant Products from Endako Mines, B.C.* Rapport MSL 95-026 (CR).

Laflamme, J.H.G., Lastra, R. et Petruk, W.A. *Mineralogical Examination of Gold-Bearing Zn-Tailings for TVX Gold Inc.* Rapport MSL 95-027 (CR).

Laflamme, J.H.G., Petruk, W.A. et Lastra, R. *Mineralogical Study of Cyanidation Tails for Agnico-Eagle Mines Ltd.* Rapport MSL 95-028 (CR).

Quon, D.H.H., Maffei, N., Aota, J. et Kuriakose, A.K. *The Development and Characterization of Single Crystal Bismuth Germanate Materials in a Microgravimetry Environment Using Float Zone Techniques*. Rapport MSL 95-033 (CR).

Szymanski, J.T. *X-Ray Diffraction of 173 Samples for EMR Microwave Technology Corporation*. Rapport MSL 95-034 (CR).

Negeri, T. *Development of Alternative Reagent Scheme for Improved Kidd Creek Flotation Selectivity*. Rapport MSL 95-035 (CR).

Cristovici, M.A. et Campbell, R.B. *Cold Bonding of Steko Oxide Material*. Rapport MSL 95-036 (CR).

Deschênes, G. et Prud'homme, P.J.H. *Effet du nitrate de plomb et de l'oxygène pour la cyanuration du minerai de Mouska*. Rapport MSL 95-037 (CR).

Chen, T.T. et Dutrizac, J.E. *Characterization of Sticky Zinc Deposits*. Rapport MSL 95-038 (CR).

Lastra, R., Petruk, W.A., Cabri, L.J. et Laflamme, J.H.G. *Image Analysis of Samples and Probe Analysis of Sphalerite from the Zinc Circuit of Brunswick Mining and Smelting*. Rapport MSL 95-040 (CR).

Lastra, R. et Owens, D.R. *Mineralogical Analysis of Ore Specimens from the Rare Earth Deposit of Dodgex Ltd. - Part II Quantities of Rare Earth Minerals and Their Liberation Characteristics*. Rapport MSL 95-043 (CR).

Cristovici, M.A. et Campbell, R.B. *Cold Bonding of QIT Red Dust (Pile)*. Rapport MSL 95-044 (CR).

Lastra, R. et Carson, D.W. *Mineralogical Characterization of an Iron Ore Fragment*. Rapport MSL 95-045 (CR).

Owens, D.R. et Carson, D.W. *Mineralogical Characterization of Sample from Tailings Pond*. Rapport MSL 95-046 (CR).

Aota, J., Morin, L., Mikhail, S.A., Chen, T.T. et Wilson, J.M.D. *Vitrification of Stainless Steel EAF Dust*. Rapport MSL 95-048 (CR).

Szymanski, J.T. *XRD Analysis of Two Samples, CP695 and CP696*. Rapport MSL 95-049 (CR).

Lastra, R., Owens, D.R., Carson, D.W. et Carrière, P. *Part 1 - Mineralogical Characterization of the Deleterious Elements in Ten Slags from Canadian Non-Ferrous Sulphide Smelters.* Rapport MSL 95-050 (CR).

Cristovici, M.A. et Campbell, R.B. *Cold Bonding of Three Oxide Samples from QIT.* Rapport MSL 95-053 (CR).

Chen, T.T. et Dutrizac, J.E. *A Mineralogical Study of Nodulated CCR Copper Starter Sheets.* Rapport MSL 95-054 (CR).

Bowman, W.S., Beaudoin, R., Fulton, M. et Cloutier, J.C. *Custom Gold Reference Material, IRN Report MSL 96-001B.* Rapport MSL 96 014 (CR).

Chen, T.T. et Dutrizac, J.E. *Mineralogical Examination of Copper Anode Nodules from the Kidd Creek Copper Refinery.* Rapport MSL 96-015 (CR).

Paktunc, D., Szymanski, J.T., Lastra, R. et Laflamme, J.H.G. *Mineralogical Characterization of the Ketza River Mine Tailings.* Rapport MSL 96-016 (CR).

Paktunc, D., Wilson, J.M.D. et Szymanski, J.T. *Mineralogy of the Faro Tailings.* Rapport MSL 96-017 (CR).

Cabri, L.J. et Laflamme, J.H.G. *Platinum-Iron Alloy Crystals from Near Nel'kan, Russian Far East.* Rapport MSL 96-019 (CR).

Wilson, J.M.D. *A Mineralogical Evaluation of the Mount Wright Concentrator, Fermont, QC, by Image Analysis.* Rapport MSL 96-002 (CF).

Paktunc, D. *Trip Report: Sudbury '95 Conference, Sudbury, mai - juin 1995.* Rapport MSL 95-035 (FT).

Paktunc, D. *Trip Report: British Columbia, 23-27 janvier 1995.* Rapport MSL 95-036 (FT).

Maffei, N. *Calibration Tests of CFZF Furnace at Dornier GmbH in Friedrichshafen, Allemagne, 7-11 août 1995.* Rapport MSL 95-045 (FT).

Wilson, J.M.D. *Field Trip to AMTEL, London, Ontario, 22-23 juin 1995.* Rapport MSL 95-046 (FT).

Steger, H.F. et Cabri, L.J. *Attendance at the AMTEL Workshop on TOF-LIMS. 7-8 septembre 1995.* Rapport MSL 95-054 (FT).

Cabri, L.J. *Visit to Clients and Potential Clients in Sudbury and Mississauga, Ontario, 18-20 septembre 1995.* Rapport MSL 95-056 (FT).

Paktunc, D. *Trip Report: Elliot Lake and Toronto, Business Development and Project Development, 18-19 septembre 1995.* Rapport MSL 95-057 (FT).

Smith, C.W. *Attendance at 1995 Meeting of Canadian Mineral Analysts, Kelowna, 11-14 septembre 1995.* Rapport MSL 95-058 (FT).

Pouskoulleli, G. *Symposium on Quality in Non-Ferrous Pyrometallurgy: 34th Annual Conference of Metallurgists.* Rapport MSL 95-059 (FT).

Cabri, L.J. *Visit to Potential Clients in British Columbia, 26 septembre - 5 octobre 1995.* Rapport MSL 95-060 (FT).

Maffei, N. *51105 - CFZF Crew Hands-on Training at the University of Florida in Gainesville, Florida, 10-11 octobre 1995.* Rapport MSL 95-061 (FT).

Dutrizac, J.E. *Visit to Inco Limited, Thompson, Manitoba and Discussions on Base Metal Processing, Winnipeg (Manitoba), 13-17 octobre 1995.* Rapport MSL 95-062 (FT).

Wilson, J.M.D. *Visit to AMTEL, London (Ontario) 23-24 octobre 1995.* Rapport MSL 95-063 (FT).

Steger, H.F. *Attendance at the Seminar for CACISO/ITC Chairmen, Toronto, 5 octobre 1995.* Rapport MSL 95-064 (FT).

Steger, H.F. *Report on Field Trip to Vancouver, 18-20 octobre 1995.* Rapport MSL 95-065 (FT).

Dauphin, P. *Business Trip to Toronto, 31 octobre - 2 novembre 1995.* Rapport MSL 95-067 (FT).

Paktunc, D. *Trip Report: 20th Annual Review of Activities, Fredericton (N.-B.), 9-10 novembre 1995.* Rapport MSL 95-068 (FT).

Hargreaves, R. et Dutrizac, J.E. *Joint Meeting with the European Union, Bruxelles, Belgique, 8 novembre 1995.* Rapport MSL 95-079 (FT).

Quon, D.H. et Maffei, N. *CFZF Hands-On Training Session 3 and P1 Flight Preparation Workshop*, University of Florida, Gainesville, Florida, 16-19 mars 1996. Rapport MMSL 96-008 (FT).

Paktunc, D. *Business Development Trip to Vancouver, BC*, 5-9 février 1996. Rapport MSL 96-010 (FT).

Dutrizac, J.E. *Attendance at Copper'95 - Cobre'95, Santiago, Chile and Visits to Various Chilean Copper Smelters*, 26 novembre - 3 décembre 1995. Rapport MMSL 96-004 (PV).

Dutrizac, J.E. *Visits to Four Japanese Zinc Plants*, mai 1995. Rapport MSL 95-026 (PV).

Dutrizac, J.E. *Participation in a Workshop on «Technology for Smelter Site Clean-up and Rehabilitation», Limelette, Belgique et Visit to the Budelco Zinc Plant, Budel, Pays-Bas*, 3-7 novembre 1995. Rapport MMSL 96-001 (PV).

Gould, W.D. *25th Annual Hydrometallurgical Meeting, Winnipeg (Manitoba)*, 15-18 octobre 1995. Rapport MMSL 96-002 (C).

Deschênes, G. *Assistance à la Conférence SME, Phoenix, Arizona*, 9-14 mars 1996. Rapport MMSL 96-009 (C).

Paktunc, D. et Lastra, R. *Applied Mineralogy Booth at the 64th Annual Meeting of PDAC, Toronto*, 10-13 mars 1996. Rapport MSL 96-008 (C).

Taylor, K., Deschênes, G. et Gould, W.D. *Development in Gold Leaching - A Literature Review*. Rapport MMSL 96-011 (C).

Graham, J.A. *Determination of Ferrous and Total Iron by Flow Injection Analysis*. Rapport MMSL 96-026 (ITR).

Marcotte, Y. *CONFIDENTIAL - The Melting Behaviour of Carbon Steels from Different Origins*. Rapport MSL 96-026 (ITR).

Paktunc, D. *GTKIM - A Computer Code for Processing Garnet Mineral Chemistry and Evaluation of Kimberlites Garnets for Diamond Potential*. Rapport MSL 95-041 (TR).

Mikhail, S.A. et Turcotte, A.M. *Comparison of the Thermal Behaviour of Nickel Hydroxide Powders from Different Sources*. Rapport MSL 95-051 (TR).

Paktunc, D. et Skeaff, J.M. *Mineralogical Analysis of Arsenic Bearing Mill Scale*. Rapport MSL 95-052 (TR).

Mikhail, S.A. et Turcotte, A.M. *The Determination of Quartzitic Materials by DSC: I. BF Slag Fines*. Rapport MMSL 96-009 (TR).

Mikhail, S.A. et Turcotte, A.M. *Detailed Comments on: Apogee Research Phase I Report to the Issue Table 'Steel Manufacturing'*. Rapport MMSL 96-006 (TR).

Deschênes, G. et Prudhomme, P.J.H. *Cyanidation of a Copper Gold Ore*. Rapport MMSL 96-011 (TR).